Laed. Fr.

6go-3 Condillac

R

Hrn. Abt Condillacs

Unterricht

in den höhern

Wissenschaften,

für den

Prinzen von Parma.

Mit Kupfern und Anmerkungen des deutschen Herausgebers.

Dritter Theil.

Enthält: Die Vernunftlehre und die Elementarbegriffe der Physik.

R

Bibliothek
Bern

Bern,

bey der typographischen Gesellschaft,

1793.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Kunst

Vernunftschlüsse zu machen.

von dem Herrn Abt de Condillac.

Mit Anmerkungen,

übersetzt von * **

Ruhm.

Vorrede
des Uebersezers.

Das Publikum erhält hier den dritten Theil von dem Werk des Herrn Abbe de Condillac. Es wird darin eben den methodischen Geist, eben die Präcision, eben die Klarheit, eben den guten Geschmack finden die in den bereits übersezten Theilen herrschen. Dennoch habe ich für nöthig erachtet, den Text hie und da mit Anmerkungen zu begleiten. In dem Beweis, den der Verfasser von dem Satze giebt: das Maaß eines Drey-

ecks ist das Produkt aus seiner Höhe in die halbe Grundlinie, habe ich nicht überall die von ihm mit Recht so hochgepriesene Evidenz gefunden; ich habe daher den Satz auf eine, wie ich glaube, evidentere und schärfere Art bewiesen, und dabey den Euklides zum Grunde gelegt. Bey der Lehre von den Maschinen hätte der Verfasser auch schärfer beweisen können; vermuthlich aber war sein Zögling noch nicht hinlänglich durch mathematische Kenntnisse zu einer schärfern Methode vorbereitet. --- Die Kapitel von der Analogie werden vielen meiner philosophischen Lesern am besten gefallen. --- Was er von dem Newtonianischen System sagt, ist hinlänglich, einem Prinzen, der sich nicht in die Details des Calculs einlassen kann, einen richtigen Begrif davon zu geben. --- Die Geschichte von den Versuchen, die man gemacht

hat, die Figur der Erde zu bestimmen, erregt billig Zweifel, ob die Erde wirklich eine reguläre Figur habe? Muß man sich nicht wundern, daß in Deutschland, wo Talente und Arbeit um einen so wohlfeilen Preis zu haben sind, noch kein Prinz etliche tausend Thaler hat daran rücken wollen, um in seinem Land einen Grad des Mittagskreises messen zu lassen? Nur durch häufige und an vielen Orten mit der größten Sorgfalt angestellte Ausmessungen wird man endlich von der Figur der Erde etwas zuverläßiges sagen können. —

Ich habe diesem Theil einen kleinen Anhang beygefügt: der Beweis des 24sten Lehrsatzes im dritten Kapitel der Anfangsgründe der Arithmetik und Geometrie von dem Herrn Prof. Kästner scheint mir fehlerhaft zu seyn. Ich habe

diesen Fehler mit der Achtung, die ein unbekannter Geometer einem so berühmten und verdienstvollen Mann schuldig ist, aufgedeckt; und es sollte mich sogar freuen, wenn der Herr Professor seinen Beweis retten könnte, weil ich in einem so guten Werke wie das seinige ist, nicht gern einen Flecken sehen möchte. Ich habe übrigens gezeigt, wie man vermittelst einer kleinen Veränderung in dem Ausdrucke des Lehrsatzes, den Beweis richtig und sehr deutlich machen kann.

Kunst,

Vernunftschlüsse

zu machen.

Ich habe Ihnen die Kräfte der menschlichen Seele entwickelt; ich habe Ihnen im Grossen die verschiedene Umstände vor Augen gestellt, in denen sich der Mensch nach und nach befunden hat. Sie haben den Ursprung der Staatsverfassungen, der Gesetze, der Künste und der Wis-

ſenſchaften; Sie haben die Vorurtheile, die Irrthümmer und die erſten Schritte des menſchlichen Geiſtes geſehen; die Schranken und der Umfang unſerer Vernunft haben Sie wechſelsweiſe in Erſtaunen geſezt. Dieſes, mein Prinz, muß Sie lehren, in ſich ſelbſt ein Mistrauen zu ſetzen. Sie ſind ein Menſch, und können ſich betrügen, ob Sie ſchon ein Prinz ſind; oder vielmehr, weil Sie ein Prinz ſind, müſſen Sie ſich mehr als ein anderer betrügen. Die Schmeicheley, die Sie von Ihrer Wiege an umringt hat, und die nur den Augenblik erwartet, Sie von neuem zu umringen, weiß, daß es ihr Vortheil nicht iſt, Ihnen die Augen aufzuhellen. Ich muß Ihnen die Gerechtigkeit wiederfahren laſſen, daß Sie nicht lieben geſchmeichelt zu werden. Ich werde es niemals vergeſſen und Sie inſonderheit, mein Prinz, vergeſſen Sie es ja nicht, daß Sie mehr als einmal über die Lobſprüche, wovon Sie wußten, daß Sie ſie nicht verdienten, ſchaamroth geworden ſind. Wollen Sie alſo die Schmeichler von ſich entfernen? Es giebt nur ein einziges Mittel: ſeyen Sie aufgeklärter als ſie. Es wäre demüthigend für Sie, das Spiel einiger Höflinge zu ſeyn.

Bis hieher habe ich es verſucht, Sie Vernunftſchlüſſe machen zu laſſen; nunmehr kommt es darauf an, Ihnen zu zeigen, worinn die ganze Kunſt

der Vernunftschlüsse besteht. Lassen Sie uns demnach sehen, was überhaupt die Gegenstände unserer Kenntnisse sind, und was der Grad von Gewißheit ist, dessen sie fähig sind.

Die Geschichte der Natur theilet sich in die Wissenschaft der sinnlichen, und in die Wissenschaft der abstracten Wahrheiten ein.

Es giebt eigentlich nur Eine Wissenschaft, nemlich die Geschichte der Natur: eine Wissenschaft, deren Umfang für uns zu groß ist, und wovon wir nur einige Zweige fassen können.

Entweder beobachten wir Facta, oder wir combiniren abstracte Ideen. Folglich theilt sich die Geschichte der Natur in die Wissenschaft der sinnlichen Wahrheiten, die Physik; und die Wissenschaft der abstracten Wahrheiten, die Metaphysik, ein.

Wann ich die Geschichte der Natur in die Wissenschaft der sinnlichen, und in die Wissenschaft der abstracten Wahrheiten unterscheide, so geschieht es weil ich mein Augenmerk bloß auf die Hauptgegenstände richte, womit wir uns beschäftigen können. Was wir auch studiren mögen, so sind die abstracten Vernunftschlüsse nothwendig, um die Verhältnisse der sinnlichen Ideen zu fassen; und die sinnlichen Ideen sind nothwendig, um sich abstracte Ideen zu machen, und sie zu bestimmen. Auf diese Art

sieht man, daß gleich bey der ersten Eintheilung die Wissenschaften in einander eingreifen. Darum leisten sie sich auch wechselseitige Hülfe, und umsonst versuchen es die Philosophen, Gränzen zwischen ihnen festzusetzen. Eingeschränkte Geister, wie wir, thun vernünftig daran, jede davon besonders zu betrachten; allein es wäre lächerlich, daraus zu schliessen, ihre Natur erfodre es, daß man sie trenne. Man muß sich immer erinnern, daß es eigentlich nur Eine Wissenschaft giebt, und wenn wir Wahrheiten trennen, die von einander abgesondert zu seyn scheinen, so kommt dieses daher, weil uns das Band, das sie in ein Ganzes vereiniget, verborgen ist.

Die Metaphysik umfaßt alle Gegenstände unserer Erkänntnis.

Die Metaphysik ist unter allen Wissenschaften diejenige, die am besten alle Gegenstände unserer Erkenntnis umfaßt: sie ist zugleich die Wissenschaft der sinnlichen, und die Wissenschaft der abstrakten Wahrheiten. Sie ist die Wissenschaft der sinnlichen Wahrheiten, weil sie die Wissenschaft dessen ist, was sinnlich und fühlbar in uns ist, so wie die Physik die Wissenschaft dessen ist, was sinnlich und fühlbar auser uns ist: sie ist die Wissenschaft der abstrakten Wahrheiten, denn sie ist es, die die allgemeinen Grundsätze schaft, woraus Lehrgebäude aufgeführt werden, und die alle Methoden, Vernunftschlüsse zu

machen, an die Hand giebt. Selbst die Mathematik ist bloß ein Zweig von ihr. Sie steht also an der Spitze aller unserer Kenntnisse, und dieser Vorzug gebührt ihr: denn wenn es nothwendig ist, die Wissenschaften in Beziehung auf unsere Fassungs-Art zu behandeln, so kommt es der Metaphysik, die allein die menschliche Seele kennt, zu, uns in jeder derselben zu leiten. Alles gehört in gewissen Beziehungen in ihr Gebiet. Sie ist die abstrakteste Wissenschaft: sie erhebt uns über das was wir sehen und fühlen, sie hebt uns bis zu Gott empor; und formirt jene Wissenschaft, die wir die natürliche Theologie nennen.

Zwo Metaphysiken: die eine der Empfindung, die andere der Reflexion.

Die Metaphysik, wann sie den menschlichen Geist zum einzigen Gegenstande hat, kann in zwo Gattungen unterschieden werden; die Metaphysik der Reflexion, und die Metaphysik der Empfindung. Die erste sezt alle unsere Seelenvermögen aus einander; sie sieht ihren Ursprung und ihre Erzeugung, und sie giebt daher die Regeln an die Hand, dieselben zu leiten: sie wird nicht anders als durch ein anhaltendes Nachdenken erworben. Die zweyte fühlt unsere Seelenvermögen; sie gehorcht ihrer Wirkung, sie folgt Grundregeln, die sie nicht kennt; man besizt sie, ohne daß es scheint, daß man sie erworben hat, weil glükliche

Umstände sie uns natürlich gemacht haben. Sie ist das Loos derer, die einen richtigen Verstand haben, sie ist, so zu reden, bey ihnen ein Instinct. Die Reflexions-Metaphysik ist also eine blosse Theorie, die nach Grund und Wirkungen alles das entwickelt, was die Empfindungs-Metaphysik ausübt. Diese, z. E. macht die Sprachen, jene erklärt das System derselben: die eine bildet die Redner und die Dichter; die andere giebt die Theorie der Beredtsamkeit und der Dichtkunst.

Drey Arten von Evidenz.

Ich unterscheide drey Arten von Evidenz; die Evidenz der Erfahrung, die Evidenz des Gefühls, die Evidenz der Vernunft.

Wir haben die Evidenz der Erfahrung, so oft wir uns der geschehenen Sachen durch unsere eigene Beobachtung versichern. Wann wir sie nicht selbst beobachtet haben, so urtheilen wir davon vermittelst des Zeugnisses anderer, und dieses Zeugnis ergänzt mehr oder weniger das was der Evidenz mangelt.

Ob Sie wohl nicht zu Rom gewesen sind, so können Sie doch an dem Daseyn dieser Stadt nicht zweifeln: allein wegen der Zeit und der Umstände ihrer Erbauung können Sie Zweifel haben. Un-

ter den geschehenen Dingen, wovon wir nach dem Zeugnis anderer urtheilen, giebt es also einige die so viel als evident sind, oder von denen wir versichert sind als wenn wir sie selbst beobachtet hätten: es giebt aber auch einige, die sehr zweifelhaft sind. Alsdann wird der Grad der Gewißheit, den die Tradition hat, durch die Natur der geschehenen Dinge, durch den Character der Zeugen, durch die Einförmigkeit ihrer Aussage und durch die Uebereinstimmung der Umstände bestimmt.

Sie sind fähig zu empfinden: dieß ist eine Sache, wovon Sie durch die Evidenz des Gefühls gewiß sind. Allein woran kann man die Evidenz der Vernunft erkennen? an der Identität. **Zwey und zwey machen viere**, ist eine Wahrheit, die durch die Evidenz der Vernunft evident ist, weil dieser Satz im Grund eben so viel ist als, **zwey und zwey machen zwey und zwey.** Sie sind bloß dem Ausdruk nach, von einander unterschieden.

Ich bin fähig zu empfinden: Sie zweifeln hieran nicht, und doch haben Sie hievon keine der drey Evidenz-Arten. Sie haben nicht die Evidenz der Erfahrung, denn Sie können meine eigene Empfindungen nicht selbst beobachten. Aus eben diesem Grunde haben Sie nicht die Evidenz des Gefühls, denn ich allein bin nur der Empfindungen,

die ich habe, bewußt. Endlich haben Sie nicht Kunst die Evidenz der Vernunft: denn dieser Satz, ich habe Empfindungen, ist mit keinem der Sätze, die Ihnen auf eine evidente Art bekannt sind, identisch.

Das Zeugnis anderer ergänzt die Evidenz des Gefühls und die Evidenz der Vernunft, so wie es die Evidenz der Erfahrung ergänzt. Ich sage Ihnen, daß ich Empfindungen habe, und Sie zweifeln nicht daran: die Geometer sagen Ihnen, daß die drey Winkel eines Dreyecks zusammen zween Rechte machen, und Sie glauben es gleicherweise.

In Ermanglung der drey Evidenzen und des Zeugnisses anderer, urtheilen wir noch nach der Analogie. Sie beobachten, daß ich Gliedmaassen habe, die den Ihrigen ähnlich sind; und daß ich, zu Folge der Wirkung der Gegenstände auf meine Sinen, handle wie Sie. Sie schliessen daraus, daß, weil Sie selbst Empfindungen haben, ich gleicherweise Empfindungen habe. Indem Sie auf diese Art zwischen Phänomenen, die Sie beobachten, Aehnlichkeits-Verhältnisse bemerken, und sich dadurch eines Phänomens versichern, daß Sie nicht beobachten können, so thun Sie was man heißt, nach der Analogie urtheilen.

Und dieß sind alle Mittel, die wir haben um Kenntnisse zu erlangen. Denn entweder sehen wir ein Factum, oder man erzählt es uns, oder wir versichern uns dessen was in uns vorgeht, durch das Bewußtseyn, oder wir entdecken eine Wahrheit durch die Evidenz der Vernunft, oder endlich urtheilen wir von einer Sache nach der Analogie, die sie mit einer andern hat.

Um Sie, mein Prinz, mit diesen verschiedenen Arten zu urtheilen und zu schliessen, bekannt zu machen, werde ich Ihnen nur verschiedene Beyspiele zur Uebung vorlegen dörfen. Ich will also mehrere anführen, uud mich übrigens an keinen besondern Plan binden. Es liegt wenig daran, daß ich Ihnen über die Kunst, Vernunftschlüsse zu machen, einen Traktat schreibe; allein es liegt Ihnen daran, daß Sie Vernunftschlüsse machen. Diese Kunst werden Sie kennen, wann Sie hinlänglich werden geübt worden seyn.

Allein es wird mir nicht möglich seyn, Sie in den Urtheilen zu üben, die man nach dem Zeugnis anderer fällt. Sie haben noch nicht genug Belesenheit, um mir in einer solchen Unternehmung zu folgen: dieses Studium werden wir alsdann erst vor uns nehmen, wann Sie die Geschichte werden studirt haben.

Erstes Buch.

Worinn überhaupt die verschiedenen Mittel abgehandelt werden, sich der Wahrheit zu versichern.

Erstes Kapitel.

Von der Evidenz der Vernunft.

Die Identität ist das Kennzeichen von der Evidenz der Vernunft.

Um gut zu raisonniren muß man genau wissen, was die Evidenz ist, und sie an einem Zeichen erkennen, das schlechterdings keinen Zweifel übrig lasse.

Ein Satz ist entweder an sich selbst evident, oder er ist es, weil er eine evidente Folge eines andern, an sich selbst evidenten, Satzes ist.

Ein Satz ist an sich selbst evident, wann der,

der die Bedeutung der Wörter kennt, an der Sache, die er bejaht, nicht zweifeln kann: dergleichen ist folgender: **ein Ganzes ist allen seinen Theilen zusammengenommen gleich.**

Warum aber kann der, der die Ideen genau kennt, die man mit den verschiedenen Wörtern dieses Satzes verknüpft, an seiner Evidenz nicht zweifeln? Darum weil er sieht, daß er identisch ist, oder daß er nichts anders sagen will als daß ein Ganzes sich selbst gleich ist.

Wann man sagt: **ein Ganzes ist grösser als einer seiner Theile**: so ist dieß wiederum ein identischer Satz; dann damit sagt man so viel, daß ein Ganzes grösser ist als das was nicht so groß ist als es.

Die Identität ist also das Zeichen, woran man erkennt, daß ein Satz an sich selbst evident ist; und man erkennt die Identität, wann ein Satz sich in einen andern übersetzen läßt, der ohngefehr also lauten mag: **ebendasselbe Ding ist ebendasselbe Ding**; idem est idem.

Folglich ist ein an sich selbst evidenter Satz derjenige, dessen Identität in den Wörtern, die ihn ausdrücken, unmittelbar wahrgenommen wird.

Von zween Sätzen ist der eine die evidente Folge des andern, wann aus der Vergleichung der Ausdrücke erhellet, daß sie ebendieselbe Sache bejahen, das ist, wann sie identisch sind. Ein Beweis ist also eine Reyhe von Sätzen, worinn einerley Ideen, die von einem zum andern übergetragen werden, bloß darinn unterschieden, daß sie auf verschiedene Weise ausgedrükt, sind; und die Evidenz eines Vernunftschlusses besteht einzig und allein in der Identität.

Beyspiel, das ein Beweis hievon ist.

Gesezt man habe folgenden Satz zu beweisen. **Das Maaß eines Dreyeks ist das Product aus seiner Höhe in die Hälfte seiner Grundlinie.** [Der Ausdruk, **eine Linie mit einer Linie multipliciren**, enthält etwas ungereimtes, weil man nur Zahlen mit einander multipliciren kann; folglich sollte man nicht sagen: **das Product aus der Höhe in die Grundlinie.** Diese Redensarten sind um so unrichtiger, da, nach der geometrischen Schärfe, nicht alle Linien sich mit einem gemeinschaftlichen Maasse messen lassen, folglich nicht durch Zahlen können ausgedrükt werden. Um also nichts falsches zu sagen, muß man voraussezen, die Höhe und die Grundlinie lassen sich mit einem gemeinschaftlichen Maasse messen; welches

in der Ausübung, wo keine sonderliche Schärfe erfodert wird, allemal möglich ist.]

Es ist gewiß, daß man in den Wörtern die Identität der Ideen nicht einsieht. Dieser Satz ist also nicht durch sich selbst evident, ich muß ihn folglich beweisen; ich muß zeigen, daß er die evidente Folge eines evidenten Satzes ist, oder daß er mit einem identischen Satz identisch ist: ich muß darthun, daß der Begrif, den ich mir von dem Maasse jedes Dreyeks zu machen habe, mit dem Begrif, den ich mir von dem Producte aus der Höhe jedes Dreyeks in die Hälfte seiner Grundlinie, zu machen habe, einerley ist.

Um dieses zu bewerkstelligen, giebt es nur Ein Mittel, nemlich gleich anfangs genau zu erklären, was ich mit dem Ausdruk, eine Fläche messen, für einen Begrif verknüpfe, und dann diesen Begrif mit demjenigen vergleichen, den ich von dem Product der Höhe eines Dreyeks in die Hälfte seiner Grundlinie habe.

Nun aber ist, eine Fläche messen, eben so viel als, eine andere Fläche von einer bestimmten Grösse, z. E. einen Quadratschuh, anf alle Theile derselben nach einander hinlegen. Hier leuchtet die Identität beym blossen Anschauen der Wörter in die

Augen. Dieſer Satz iſt einer von denen, die keines Beweiſes bedürfen. [Daran iſt kein Zweifel, indem das die Definition des Meſſens iſt, und die Definitionen unter die Axiomata gehören.]

Allein ich kann eine gewiſſe Anzahl Quadratflächen von einerley Gröſſe nicht unmittelbar auf eine dreyeckigte Fläche hinlegen; folglich wird hier ein Beweis nothwendig, das iſt, ich muß durch eine Reyhe identiſcher Sätze dazu gelangen, die Identität dieſes Satzes zu entdecken: **das Maaß von jedem Dreyek iſt das Product aus ſeiner Höhe in die Hälfte ſeiner Grundlinie.** Vielleicht wird Ihnen dieſes beym erſten Anblik ſchwer ſcheinen: Dennoch kann nichts ſimpler ſeyn.

Ich will Ihnen zuerſt zu bemerken geben, daß, es einerley iſt, das Maaß einer Gröſſe kennen, oder die Verhältnis kennen, die ſie mit einer Gröſſe hat, deren Maaß uns bekannt iſt: wenn man z. E. weiß, daß eine Fläche die Hälfte einer Fläche iſt, wovon man weiß, daß ſie zween Quadratſchuhe hat, ſo iſt dieß eben ſo viel als wenn man weiß daß ſie einen Quadratſchuh hat.

Nun werden Sie leicht begreifen, daß wenn wir eine Fläche finden, auf die wir eine gewiſſe Anzahl Quadratflächen von einerley Gröſſe nach einander

hinlegen können, wir das Maas eines Dreyeks kennen werden, sobald wir die Verhältnis seiner Grösse zu der Grösse der Fläche, die sich messen läßt, werden gefunden haben.

Fig. 1. Tafel. 1. Lassen Sie uns zu dem Ende ein Rechtek, das ist, eine durch vier senkrechte Linien begränzte Fläche vor uns nehmen. Sie sehen, daß Sie dieselbe betrachten können als wäre sie aus mehrern kleinen Flächen von einerley Grösse, die alle gleicherweise durch senkrechte Linien begränzt wären, zusammengesezt, und Sie sehen ferner, daß alle diese kleinen Flächen zusammengenommen mit der ganzen Fläche des Rechteks einerley sind.

Nun aber ist zwischen den zwo Redensarten, ein Rechtek in Quadratflächen von einerley Grösse eintheilen, oder, eine Fläche von bestimmter Grösse auf alle seine Theile nach einander hinlegen, kein wesentlicher Unterschied.

Ich betrachte also ein auf sölche Art eingetheiltes Rechtek, und ich sehe, daß die Anzahl der Quadratschuhe, die es der Höhe nach enthält, sich gerad so vielmal wiederhohlen läßt, als es in der Länge seiner Grundlinie Schuhe hat. Wenn es auf dem ersten Schuh seiner Grundlinie gerad drey

Quadratſchuhe, der Höhe nach, ſtehen hat, ſo hat es auch auf dem zweyten, auf dem dritten und auf allen andern, gerad drey Quadratſchuhe, der Höhe nach, ſtehen. Dieſe Wahrheit fällt in die Augen: allein es iſt leicht, dieſelbe durch identiſche Sätze folgendermaaſſen zu beweiſen.

Ein Rechtek iſt eine Fläche, deren vier Seiten auf einander ſenkrecht ſtehen.

In einer Fläche, deren Seiten ſenkrecht ſind, ſind die entgegengeſezten Seiten mit einander parallel, das iſt, in allen entgegengeſezten Puncten ihrer Länge gleichweit von einander abſtehend. [Da dieſes in die delicate Lehre der Parallel-Linien einſchlägt, ſo muß man ſich nicht wundern, wenn man hier und im folgenden angenommene Sätze findet, die nach der geometriſchen Schärfe erſt ſollten bewieſen werden. So nimmt hier der Verfaſſer als eine Definition der Parallellinien an, daß ſie in allen ihren entgegengeſezten Puncten gleichweit von einander abſtehen, das iſt, daß alle von einer auf die andere ſenkrecht gezogene Linien unter einander gleich ſind: Dieſe Definition findet ſich in vielen franzöſiſchen Elementarbüchern, iſt aber offenbar ein Lehrſatz, der eines Beweiſes bedarf.]

Eine Fläche, wovon die zwo entgegengeſezten

Seiten

Seiten in allen gegenüberstehenden Punkten ihrer Länge gleichweit von einander abstehen, hat in der ganzen Länge ihrer Grundlinie einerley Höhe.

Eine Fläche, die in der ganzen Länge ihrer Grundlinie einerley Höhe hat, hat, der Höhe nach, eben so vielmal einerley Anzahl Quadratschuhe, als ihre Grundlinie, der Länge nach, Schuhe hat.

Alle diese Sätze sind identisch. Sie sind nichts als verschiedene Arten zu sagen: **ein Rechtek ist ein Rechtek.**

Ein Rechtek ausmessen, auf alle Theile seiner Fläche nach einander eine bestimmte Grösse hinlegen, seine Fläche in gleiche Quadrate eintheilen, die Anzahl der Quadratschuhe, die es der Höhe nach hat, so vielmal nehmen, als es Schuh in der Grundlinie hat; alles dieses heißt folglich nichts anders als einerley Sache auf verschiedene Arten verrichten.

Demnach ist es nicht mehr nöthig, die Fläche in kleine Quadrate einzutheilen, oder auf ihre Theile nach einander eine Fläche von einer bestimmten Grösse hinzulegen: man darf nur die Anzahl der Quadratschuhe, der Höhe nach, so vielmal neh-

men als die Grundlinie Schuh enthält, so wird man ein genaues Maaß davon haben.

Man kann also dem Satz, mit dem wir angefangen haben: ein Rechtek messen, ist so viel als, auf seine Theile nach einander eine Fläche von bestimmter Grösse hinlegen, folgenden Satz substituiren: ein Rechtek messen, ist so viel als, die Anzahl der Quadratschuhe, der Höhe nach, so vielmal nehmen als es Schuh in seiner Grundlinie hat.

Zwar haben wir beym bloßen Anschauen der Ausdrücke nicht wahrgenommen, daß diese zween Sätze auf eines hinauslaufen: allein die Identität hat uns nicht verborgen bleiben können, nachdem wir sie in der Reyhe der Zwischensätze gesucht haben. Wir haben gesehen, wie ebendieselbe Idee von einem Satze zum andern überging, und bloß durch die Art wie sie ausgedrükt wurde, eine andere Gestalt annahm.

Beweisen heißt also, einen evidenten Satz übersetzen, ihn verschiedene Gestalten annehmen lassen, bis er der Satz wird, den man beweisen will. Es heißt, die Ausdrücke einer Definition ändern, und durch eine Reyhe identischer Sätze zu einem Schlußsatze gelangen, der mit dem Satze, woraus

man ihn unmittelbar zieht, identisch ist. Die Identität, die nicht wahrgenommen wird, wann man die Zwischensätze überhüpft, muß, wann man unmittelbar von einem Satze zum andern übergeht, beym blossen Anschauen der Wörter in die Augen fallen.

Der Satz, den wir eben bewiesen haben, ein Rechtek messen, heißt die Anzahl der Quadratschuhe, die es der Höhe nach hat, so vielmal nehmen als es Schuhe in der Länge seiner Grundlinie hat, ist eben so viel als, seine Höhe mit seiner Grundlinie multipliciren, und dieser ist wiederum eben so viel als, das Product aus seiner Höhe in seine Grundlinie, nehmen.

Nun aber ist dieser Satz: **das Maaß eines Rechteks ist das Product aus seiner Höhe in seine Grundlinie**, ein Satz, von dem man ausgehen muß, um durch eine Reyhe von identischen Sätzen zu dieser Conclusion zu gelangen: **das Maaß von jedem Dreyek ist das Product aus seiner Höhe in die Hälfte seiner Grundlinie.**

Allein ich habe bereits angemerkt, daß, wann uns die Ausmessung des Rechteks einmal bekannt ist, wir die Ausmessung des Dreyeks entdecken können, wann wir die Verhältnis der einen dieser

Figuren zur andern wiſſen : denn, eine Gröſſe kennen, oder ihre Verhältnis zu einer bekannten Gröſſe wiſſen, ſind im Grund einerley Begriffe.

Fig. 2. Ein durch die Diagonallinie getheiltes Rechtek giebt zwey Dreyecke, deren Flächen zuſammengenommen der ſeinigen gleich ſind. Wann man nun ſagt, daß dieſe zwo Flächen der Fläche des Rechteks gleich ſind, ſo iſt es eben ſo viel als wenn man ſagte, daß die zwey Dreyecke in dem Rechtek durch die Diagonallinie, die es in zween Theile theilt, formirt worden ſind.

Sie werden überdieß bemerken, daß dieſe zwey Dreyecke der Fläche nach, einander gleich ſind : Dieſe Wahrheit fällt Ihnen ſo gar, in die Augen. Die Ausdehnung einer Fläche wird durch die Linien, die ſie begränzen, und durch die Winkel, die dieſe Linien mit einander machen, beſtimmt. Folglich ſind die zween Sätze : zwo Flächen ſind einander gleich, und, zwo Flächen ſind durch gleiche Linien, die gleiche Winkel machen, begränzt, im Grund ebenderſelbe auf zweyerley Arten ausgedrükte Satz. [Dieß iſt nicht ganz richtig ; denn zwey Dreyecke können der Fläche nach einander gleich ſeyn, ohne durch gleiche Seiten, die gleiche Winkel machen, begränzt zu ſeyn. Euklid I. 37.]

Folglich sind die zween Sätze identisch: Die Flächen zweyer Dreyecke sind gleich, und, die Seiten dieser Dreycke sind gleich, und machen gleiche Winkel unter einander. Die zwey Dreyecke, die ein durch seine Diagonallinie getheiltes Rechtek enthält, haben also zwo gleiche Flächen, wenn ihre Seiten gleich sind, und wenn sie gleiche Winkel haben.

Wenn man nun sagt, daß zwey Dreyecke auf solche Art in einem Rechtek enthalten sind, so ist dieß eben so viel als wenn man sagte, daß sie in der Diagonalline des Rechteks eine gemeinschaftliche Seite und überdieß einerley Grundlinie und einerley Höhe haben, die einerley Winkel machen; und wenn man sagt, daß sie in der Diagonallinie des Rechteks eine gemeinschaftliche Seite, und überdieß einerley Grundlinie und einerley Höhe haben, die einerley Winkel machen, so ist dieß eben so viel als wenn man sagte, daß ihre drey Seiten und ihre Flächen gleich sind, oder kürzer, daß sie vollkommen einander gleich sind.

[Diese zwey Dreyecke haben nicht einerley, sondern gleiche Höhen und Grundlinien. Ueberdieß fällt die Identität des folgenden Satzes nicht in die Augen: **Wenn man in einem Rechtek** die Diagonallinie zieht, so haben die da-

durch formirten Dreyecke gleiche Grundlinien und gleiche Höhen, denn es muß vorher bewiesen werden, daß in einem Rechtek die entgegengesezten Seiten einander gleich sind. Eben so wenig fällt die Identität des lezten Satzes in die Augen: denn der Verfasser hat oben, und zwar mit Recht, zur vollkommenen Gleichheit zwoer Flächen erfodert, daß die correspondirenden Seiten und Winkel einander gleich seyen, und in diesen zwey Dreyecken giebt er selbst nur drey gleiche Seiten und Einen Winkel an. Zwar folgt die Gleichheit der zween andern Winkel daraus, daß die entgegengesezten Seiten eines Rechteks parallel sind; allein dieß ist ein Lehrsatz, der bewiesen werden muß.]

Wenn man aber sagt, daß sie in allem gleich sind, so sagt man, daß ein jedes sich zum Rechtecke wie die Hälfte zu dem Ganzen verhalte: ein Satz, der eine blosse Uebersetzung dieses Satzes ist: **Das Rechtek ist in zwey gleiche Dreyecke getheilt.**

Wenn man nun sagt, daß ein Dreyek sich zu einem Rechtek das einerley Grundlinie und einerley Höhe mit ihm hat, wie die Hälfte zu dem Ganzen verhalte, so ist es eben so viel, als wenn man sagte, daß das Maas dieses Dreyeks die Hälfte von

dem Maasse dieses Rechteks ist; die Identität liegt selbst in den Ausdrücken dieser zween Sätze.

Allein wir haben gesehen, daß das Maas des Rechteks das Product der Höhe durch die Grundlinie ist. Folglich wird dieser Satz: **das Maaß dieses Dreyeks ist die Hälfte von dem Maasse des Rechteks**, mit folgendem identisch seyn: **das Maaß dieses Dreyeks ist die Hälfte des Products, aus der Höhe in seine Grundlinie**, oder wie man sich gemeiniglich ausdrükt es **ist das Product aus der Höhe in die Hälfte seiner Grundlinie.** [Wiederum ein Satz, dessen Identität mit dem vorhergehenden nicht in die Augen fällt; denn es muß in der Arithmetik bewiesen werden, daß $\frac{a \times b}{2} = a \times \frac{b}{2}$]

Nun kommt es noch darauf an zu untersuchen, ob das Maaß aller Dreyecke, von welcher Gattung sie auch seyn mögen, gleicherweise das Product aus der Höhe in die Hälfte der Grundlinie ist.

Ein Dreyek, dessen Grösse man kennen will, mag beschaffen seyn wie es will, so kann man immer von dem Scheitel ein Loth auf die Grundlinie herablassen; und dieses Loth wird entweder innerhalb oder ausserhalb dem Dreyecke fallen.

Fig. 3. Fällt es innerhalb dem Dreyecke, so theilt es dasselbe in zwey Dreyecke, die zwo ihrer Seiten auf einander senkrecht stehen haben, und die folglich von eben der Gattung sind, wie dasjenige, das wir gemessen haben. Das Maaß von jedem derselben ist also das Product aus der Höhe in die Hälfte der Grundlinie.

Nun aber ist es einerley, das Maaß dieser beyden Dreyecke kennen, oder das Maaß desjenigen Dreyeks kennen, das wir durch das Loth getheilt haben. Diese Fläche ist ebendieselbe, sie mag in einem einzigen Dreyecke enthalten, oder in zwey Dreyecken vertheilt seyn. Es ist also wiederum einerley, wann man von dem grössern oder von den zwey kleinern Dreyecken sagt, daß ihr Maaß das Product der Höhe durch die Hälfte der Grundlinie ist.

Fig. 4. Wenn das Loth ausserhalb dem Dreyecke fällt, so dürfen wir nur die Grundlinie bis zu dem Puncte verlängern, wo diese zwo Linien einander begegnen; so werden wir ein Dreyek bekommen, welches mit dem, das wir zuerst gemessen haben, gleichartig ist.

Durch dieses Verfahren bekommen Sie zwey in Einem enthaltene Dreyecke, und Sie sehen, daß

die Fläche ebendieselbe ist, Sie mögen dieselbe in dem grössern Dreyek oder in den zwey kleinern, worein es getheilt ist, betrachten.

Es wird daher eins seyn, diese Fläche messen, indem man das Product aus der Höhe des grössern Dreyeks in die Hälfte seiner Grundlinie, oder das Product aus der Höhe der zwey kleinern Dreyecke in die Hälfte ihrer Grundlinie annimmt. Diese beyden Operationen laufen auf eines hinaus, und es ist zwischen ihnen kein anderer Unterschied, als daß man bey der einen zu zwey wiederhohlten Malen thut, was man bey der andern auf einmal thut.

Die Identität leuchtet also in den zween folgenden Sätzen in die Augen: **Das grössere Dreyek, das wir, durch Verlängerung der Grundlinie bis zu dem Loth, formirt haben, hat zum Maasse des Product aus seiner Höhe in die Hälfte seiner Grundlinie: jedes der im grössern enthaltenen Dreyecke hat zum Maasse das Product aus seiner Höhe in die Hälfte seiner Grundlinie.**

Nun aber mag ein Dreyek eine Form haben was es für eine will, so können Sie immer vom Scheitel ein Loth herablassen, das auf seine Grund-

linie innerhalb dem Dreyecke, oder auf die verlängerte Grundlinie ausserhallb dem Dreyecke fallen wird. Sie können sich also immer durch eine Reyhe identischer Sätze versichern, daß sein Maaß das halbe Product aus seiner Höhe in seine Grundlinie ist. Der Beweis läßt sich folglich auf alle Dreyecke anwenden und diese Wahrheit leidet keine Ausnahme: **das Maaß von jedem Dreyek ist das Product aus seiner Höhe in die Hälfte seiner Grundlinie.**

[Ich habe bereits angemerkt, daß die Identität, die der Verfasser so sehr gesucht hat, folglich auch die Evidenz, sich nicht in allen Sätzen finden. Ich will hier einen Beweis von eben diesem Satze beyfügen, und um der Kürze willen den Euklides citiren.

Eine Fläche messen, heißt untersuchen wie vielmal eine kleinere Fläche in der gegebenen Fläche enthalten ist. Man wählt zu der Fläche, womit man mißt, gemeiniglich ein Quadrat.

Ein Dreyek messen heißt also ein Quadrat von einer bestimmten Grösse nehmen, und untersuchen wie vielmal es in demselben enthalten ist. Nun würde es nicht nur langweilig seyn, sondern zugleich viele Fehler verursachen, wenn man das Quadrat auf die Fläche des Dreyeks nach und nach hinlegen wollte, um zu wissen wie oft es darinn ent-

halten ist. Man muß also auf eine bequemere und richtigere Art denken, dasselbe zu messen.

Nun folgt unmittelbar aus dem 41. Satze des ersten Buches des Euklides, daß ein Dreyek die Hälfte eines Parallelogrammes ist, das mit ihm einerley Grundlinie hat und zwischen einerley Parallellinien ist. Das gegebene Dreyek wird also die Hälfte eines solchen Parallelogrammes seyn. Wenn wir also wissen werden, wie vielmal sich das angenommene Quadrat auf die Fläche eines solchen Parallelogrammes hinlegen läßt, so werden wir auch wissen, wie vielmal das Quadrat sich auf die Fläche des Dreyeks legen läßt.

Nun ist das Rechtek ein Parallelogramm (I. B. 28. S.) Folglich ist das gegebene Dreyek der Hälfte eines Rechteks gleich, das mit ihm einerley Grundlinie hat, und zwischen einerley Parallellinien liegt.

Es kommt also darauf an, dieses Rechtek zu messen. Man nehme an, die Seite des zum Maasse gewählten Quadrats sey gerad eine gewisse Anzahl Male in der Grundlinie, und eine gewisse Anzahl Male in der anliegenden Seite des Rechteks enthalten. Ich will jenes die Zahl der Grundlinie, dieses die Zahl der Höhe nennen.

Wann man auf diese Art die Seite des Quadrats auf die Grundlinie und auf die Höhe des Rechteks getragen hat, so ziehe man durch die Punkte der Grundlinie bis an die entgegengesezte Seite Linien, die mit der Höhe parallel seyn; eben so ziehe man durch die Punkte der Höhe bis an die entgegengesezte Seite Linien, die mit der Grundlinie parallel seyn. So wird das Rechtek in eine gewisse Anzahl viereckigter Figuren getheilt seyn. Diese Vierecke sind Parallelogramme, weil ihre entgegengesezten Seiten parallel sind; und alle diese Parallelogramme sind Quadrate, wie aus der Erklärung des Quadrats, verglichen mit dem 34. S. des I. B. erhellet: ferner sind alle diese einzelne Quadrate dem zum Maaß angenommenen Quadrate gleich, weil ihre Seite der Seite dieses Quadrates gleich ist.

Nun giebt es in dem Rechtecke so viel Schichten solcher Quadrate, so vielmal die Seite des Quadrates in der Höhe enthalten ist; und in jeder Schichte giebt es so viel Quadrate, als diese Seite in der Grundlinie enthalten ist; folglich darf man nur die Zahl der Grundlinie durch die Zahl der Höhe multipliciren um zu wissen, wie viel solcher Quadrate in der Fläche des Rechteks enthalten sind, oder wie vielmal das zum Maaß angenommene

Quadrat sich auf die Fläche des Rechteks legen läßt.

Um ein Rechtek zu messen, darf man also nur die Grundlinie und die Höhe mit einer gemeinschaftlichen Länge messen, (welches in der Ausübung immer möglich ist) das Product der beyden Zahlen, die anzeigen, wie vielmal diese Länge in diesen beyden Linien enthalten ist, wird anzeigen, wie vielmal das Quadrat dieser Länge in der Fläche des Rechteks enthalten ist.

Hieraus folgt die Art, das gegebene Dreyek zu messen. Denn wenn man durch seinen Scheitelpunkt eine mit der Grundlinie parallele Linie zieht, und von den beyden Enden dieser Grundlinie Lothe aufrichtet, die der Parallellinie begegnen, so hat man ein Rechtek, das doppelt so groß als das Dreyek ist: man messe also das Rechtek, und halbire die Zahl welche die Menge der darinn enthaltenen Quadrate anzeigt, so wird man die Menge der im Dreyek enthaltenen Quadrate haben.

Da alle zwischen zwo Parallellinien gezogene Lothe einander gleich sind (I. 28. 34.) so ist die Höhe des Rechteks der Höhe des Dreyeks gleich: man hat also nicht nöthig, das Rechtek zu verzeich-

nen, sondern darf nur die Grundlinie des Dreyeks und seine Höhe mit einem gemeinschaftlichen Längen-Maasse messen, die beyden Zahlen, die man durch dieses Verfahren erhält, mit einander multipliciren, dieses Product halbiren; so wird der Quotient die Menge der im Dreyek enthaltenen Quadrate anzeigen, die das angenommene Längen-Maaß zur Seite haben.

Ich will nur noch im Vorbeygehen anmerken, daß ich zur Definition des Parallelegrammes angenommen habe, daß es eine vierseitige Figur ist, worinn je zwo und zwo gegenüberstehende Seiten mit einander parallel sind: so definirt es Euklid, und ich weiß nicht, warum einige Neuern eine andere Definition davon gegeben haben.]

Anderes Beyspiel, welches beweißt, daß die Identität das Kennzeichen der Evidenz der Vernunft ist.

Nicht bloß um Ihnen ein Beyspiel zu geben, habe ich diesen Satz gewählt; diese Wahrheit, mein Prinz, wird mir dazu dienen, Sie zu andern Kenntnissen zu führen. Ich will Ihnen aus eben diesem Grunde beweisen, daß **die drey Winkel eines Dreyeks zusammen zween rechte machen.**

Die gerade Linie ist diejenige, die von einem Punkte zum andern geradezu hingeht. Es ist die-

jenige, deren Richtung sich nicht ändert, oder die in ihrer ganzen Länge die Richtung behält, mit der sie angefangen hat: es ist die kürzeste zwischen zween Punkten: es ist die, die bey ihrer Umdrehung auf ihren Endpunkten, in ihrer ganzen Länge sich auf sich selbst herumdreht, ohne daß irgend einer ihrer Theile aus seiner Lage kommt. Sie sehen daß alle diese Ausdrücke nichts als verschiedene Arten sind, einerley Ideen zu erklären, und daß die Idee, die sie zu definiren scheinen, in jedem davon enthalten ist.

Wann von einer Idee, die aus mehrern andern zusammengesezt ist, die Rede ist, so läßt sie sich leicht definiren, weil man nur die Ideen, woraus sie besteht, definiren darf. Wann man z. E. sagt, ein Dreyek ist eine durch drey Linien begränzte Fläche, so definirt man es; und diese Definition hat einen Character, der von den sogenannten Definitionen, die man von der geraden Linie giebt, sehr verschieden ist. In der That würde die Definition des Dreyeks jemanden, der niemals kein Dreyek gesehen hätte, eine Idee davon geben: hingegen würden die Definitionen der geraden Linie jemanden, der niemals keine gerade Linie gesehen hätte, keine Idee davon geben.

Dieß kommt daher, weil die Ideen, wann sie einfach sind, nicht durch Definitionen erlangt wer-

den, sondern bloß von den Sinnen herkommen. Beschreiben Sie eine Linie mit einem Reißzirkel, so werden Sie eine krumme Linie haben; beschreiben Sie eine mit dem Linial, so werden Sie eine gerade Linie haben. Es ist wahr, nichts versichert Sie, daß diese Linie wirklich gerad ist, weil Sie nichts versichert, daß das Lineal gerad ist: allein eine gerade Linie ist eben doch das, was Ihnen eine mit dem Lineal gezogene Linie scheint, und obschon dieser Schein falsch seyn kann, so ist er nichts desto weniger die Idee einer geraden Linie. Wann Sie die gerade und die krumme Linie betrachten, so können Sie bemerken, daß die erste eigentlich eine einzige Linie ist, die andere aber aus mehrern Linien besteht, die sich schneiden würden, wenn man sie verlängerte. Allein wenn Sie auch sagten: **die gerade Linie ist Eine, die krumme Linie ist eine vielfache**, so würden Sie weder die Eine noch die andere definiren. Sie sehen hieraus, daß es Dinge giebt, die man nicht unternehmen muß zu definiren.

Eine Linie steht auf einer andern senkrecht, wann sie sich auf keine Seite neigt, wann sie auf beyden Seiten zween gleiche Winkel macht, oder zween rechte Winkel, oder zween Winkel, wovon jeder 90 Grade hat oder durch den vierten Theil des Kreis-Umfanges gemessen wird. Alles dieß sind

weiter

weiter nichts als synonyme und identische Ausdrücke für den, der die Bedeutung der Wörter kennt. [In den meisten geometrischen Elementarbüchern der Franzosen wird der rechte Winkel so definirt, daß der Bogen den man zwischen seinen Schenkeln aus seinem Scheitelpunkt mit einem gewissen Halbmesser beschreibt, der vierte Theil des Kreisumfangs ist: diese Definition hat schon den Fehler, daß sie sehr verwickelt ist. Wenn man nun weiter fragt, warum zween rechte Winkel einander gleich seyn? so antworten sie, weil sie gleiche Bogen zu ihrem Maaße haben. Dieses sezt offenbar den Lehrsatz voraus, **daß die Winkel sich wie die Bogen verhalten, die mit gleichem Halbmesser aus ihren Scheitelpunkten zwischen ihren Schenkeln beschrieben werden.** Diesen Satz beweißt Euklid; allein den französischen Geometern ommt die Methode des Euklids zu langweilig für.]

Eine Linie ist schief, wenn sie sich gegen eine andre Linie neigt; wann sie bis zum Punkt, wo sie mit dieser Linie zusammenstößt, verlängert, zween ungleiche Winkel macht, oder zween Winkel, wovon der eine mehr und der andre weniger als 90 Grade hat.

Zwo gerade Linien sind parallel, wann in ihrer ganzen Länge, die Punkte der einen von den

correspondirenden Punkten der andern gleichweit abstehen, oder wann die geraden Linien, die man von der einen zu den correspondirenden Punkten der andern zieht, alle von gleicher Länge sind.

Sie werden erstlich bemerken, daß die Lage einer geraden Linie nichts anders als die Verhältnis ihrer Richtung zur Richtung einer andern ist; und daß folglich, wann ihre Richtung gegeben ist, ihre Lage bestimmt ist.

Zweytens, daß eine Linie in Beziehung auf eine andere nur drey Lagen haben kann: entweder ist sie senkrecht, oder sie ist schief, oder sie ist parallel.

Endlich, daß die Lage einer Linie in Beziehung auf eine andere zwischen ihnen wechselseitig ist: wann die eine mit der andern parallel ist, so ist auch die andere mit ihr parallel, wenn die eine auf der andern senkrecht steht, so steht auch die andere auf ihr senkrecht; wenn die eine gegen die andere schief ist, so ist auch die andere schief gegen sie, und jede macht mit der andern zween Winkel, deren Ungleichheit einerley ist.

Alle diese Sätze sind beym bloßen Anschauen der Wörter identisch, folglich gehören sie nicht unter die Anzahl derer, die man suchen soll zu beweisen. Nun

müssen wir noch durch eine Reyhe identischer Sätze zu diesem Schlußsatze gelangen: **die drey Winkel eines Dreyecks sind zween rechten gleich.**

Fig. 5. Wenn man annimmt, daß E G auf A B senkrecht steht, so nimmt man zugleich an, daß sie mit A B zween gleiche, oder zween rechte Winkel macht.

Wann man annimmt, daß diese gerade Linie unter A B verlängert wird; so nimmt man zugleich an, daß sie nach der Richtung E G verlängert wird. Folglich wenn wir annehmen, daß G F diese Verlängerung ist, so ist es eben so viel als wenn wir annähmen, daß G F, so wie E G, mit A B zween gleiche Winkel macht: denn wenn die zween Winkel ungleich wären, so wäre der eine größer als ein rechter Winkel und der andre kleiner. G F wäre mithin schief, und folglich nicht die Verlängerung von E G, welches wider die Hypothese ist.

E F ist mithin in ihrem untern wie in ihrem obern Theil, auf A B senkrecht, und es ist einerley wann man sagt, daß A B auf E F senkrecht ist: denn wenn man annähme, A B neige sich gegen E F, so nähme man zugleich an, E F neige sich gegen A B; indem die Lage einer Linie in Beziehung auf eine andere wechselseitig ist.

Allein die bis zum Punkt H verlängerte Linie E F folgt der durch die zween Punkte E, G gegebenen Richtung, und ist in ihrer ganzen Länge gerad.

Dieses vorausgesezt, wenn man sagt, daß C D mit A B parallel ist, so ist es eben so viel als wenn man sagte, daß sie mit E H Winkel macht, die denen, die A B mit eben dieser Linie macht, ähnlich sind; und wenn man sagt, daß sie ähnliche Winkel macht, so sagt man zugleich, daß sie dieselbe unter rechten Winkel schneidet. In der That wenn man das Gegentheil annähme, so würde man annehmen, daß sie sich gegen E H neige; und wenn man ihr eine Neigung gäbe, die A B nicht hat, so würde man annehmen, daß sie nicht mit ihr parallel sey.

Wenn man nun sagt, C D schneide E H unter rechten Winkeln, so sagt man zugleich, E H schneide C D unter rechten Winkeln. Es ist also bewiesen, daß eine gerade Linie, die auf einer andern geraden Linie senkrecht steht, auf allen Parallellinien auf die sie verlängert wird, senkrecht steht, oder daß sie mit allen rechte Winkel macht.

Mithin wenn diese Linie sich gegen eine parallele Linie neigt, so wird sie sich gegen alle auf gleiche Art neigen: denn wenn man annähme, daß sie

sich nicht gegen alle auf gleiche Art neige, so nähme man zugleich an, daß sie nicht gerad ist, oder daß die Linien, die sie schneidet, nicht parallel sind.

Fig. 6. F G hat also gegen A B und gegen C D eine gleiche Neigung. Wenn man nun sagt, daß sie gegen beyde eine gleiche Neigung habe, so sagt man zugleich, daß sie auf der Seite, wogegen sie sich neigt, mit jeder Parallellinie gleiche Winkel macht; daß der äusserste Winkel q dem innern Winkel u gleich ist, und daß der innere Winkel s dem äussern y gleich ist.

Eben so evident ist es, daß auf der andern Seite der Linie F G die äussern Winkel p und ✕, den innern Winkeln t und r gleich sind. Um die Sache recht einleuchtend zu machen, darf man nur die Figur umkehren.

Ueberdieß wenn in der ersten Figur die Linie, die die beyden Parallellinien senkrecht schneidet, mit jeder rechte Winkel macht; so wird auch in der zweyten, die Linie, die sie schief schneidet, mit jeder zween Winkel machen, die zusammengenommen zween rechten gleich sind. Denn die Schiefe der Linie F G, die q zum Exempel dem p ungleich macht, kann den Wehrt, den diese zween Winkel mit einander haben, nicht ändern. In der

That, um die Identität des Wehrtes der zween Winkel der zweyten Figur, mit dem Wehrte der zween Winkel in der ersten wahrzunehmen, darf man nur erwägen, daß in der einen und in der andern die zween Winkel gleicherweise einen halben Kreis-Umfang zu ihrem Maaße haben.

p ist folglich zween Rechten, weniger q, gleich: eben so ist t zween Rechten, weniger u, gleich. Nun ist u gleich q; mithin weil, wenn man von p und t gleiches wegnimmt, die Reste gleich sind, so müssen auch p und t einander gleich seyn.

F G in dem obern Theil der Linie A B neigt sich gegen B, und in dem untern Theil neigt sie sich gegen A. Wenn man nun annimmt, daß diese zwo Linien gerad sind, so nimmt man zugleich an, daß die Neigung unter, wie über der Linie A B einerley ist. Denn wenn sie nicht einerley wäre, so würde eine von den beyden Linien nicht gerad seyn.

Allein wenn man sagt, daß die untere Neigung gegen A eben dieselbe ist wie die obere gegen B; so sagt man zugleich, daß F G mit der Seite A einen Winkel macht, der demjenigen gleich ist den sie mit der Seite B macht, und daß r gleich q ist. Eben so wird man beweisen, daß p gleich s, und

t gleich y, und u gleich x ist. Dieß sind Scheitelwinkel; folglich sind die Scheitelwinkel einander gleich.

In der That ist es evident, daß r zween rechten Winkeln, weniger p, gleich ist, ferner daß q zween Rechten, weniger p, gleich ist; sie sind folglich, jeder, zween rechten, um einerley Quantität verminderten, Winkeln gleich: sie sind folglich untereinander gleich.

Wenn man nun sagt, daß r seinem Scheitelwinkel q gleich ist, so sagt man zugleich, daß er jedem andern Winkel gleich ist, dem q gleich ist. Wir haben aber gesehen, daß q gleich u ist. Folglich ist r gleich u. Aus eben diesem Grund ist s gleich t, p gleich y, q gleich x. Das drückt man aus, wenn man sagt, daß die Wechselwinkel einander gleich sind.

Fig. 7. Nunmehr sey F G parallel mit d e. Sie sehen zween Wechselwinkel a und d, und zween andere c und e, a ist folglich d gleich, und c ist e gleich. Nun sind die Winkel a, b, c zween Rechten gleich: folglich sind d, b, e zween Rechten gleich. Folglich sind die drey Winkel des Dreyecks zween Rechten gleich.

[Es wäre leicht bey diesem Beyspiel, wie bey dem vorhergehenden, zu zeigen, daß die von dem Verfasser mit Recht so hoch gepriesene Evidenz sich nicht in allen Sätzen findet; und daß hie und da etwas Algebraisches mit unterlauft, welches bey solchen Elementarsätzen schlechterdings nicht erlaubt ist. Wer an die Euklidische Methode gewöhnt ist, der kann mit dergleichen Beweisen unmöglich ganz zufrieden seyn.]

Die zwey Beyspiele, die ich in diesem Kapitel angeführt habe, sind mehr als hinlänglich, Ihnen begreiflich zu machen, daß die Evidenz der Vernunft einzig und allein in der Identität besteht. Ich habe sie übrigens gewählt, weil, wie ich schon erinnert habe, dieß zwo Wahrheiten sind, die uns zu andern leiten werden.

Zweites Kapitel.

Betrachtungen über die im vorhergehenden Kapitel entwickelte Methode.

Wie die Identität in einer Reyhe von Sätzen wahrgenommen wird.

Sie sehen augenscheinlich, daß in dem Beweis von der Größe des Dreyecks, die ganze Stärke allein in der Identität besteht. Sie werden bemerken, daß wir mit der Definition des Wortes Messen ange-

fangen haben, daß diese Definition sich in allen folgenden Sätzen findet, und daß, indem sie bloß andre Formen annimmt, sie von einem zum andern auf verschiedene Arten ausgedrückt wird.

Darum weil Sie unvermögend sind, die Definition des Wortes **Messen** mit der Definition des Dreyecks unmittelbar zu vergleichen, fühlen Sie die Nothwendigkeit, die Sprache zu Hülfe zu nehmen, und eben derselben Idee verschiedene Formen zu geben.

Allein um auf diese Art eine Reyhe von Sätzen zu durchlaufen, und die Identität einer ersten Definition, mit dem endlichen Schlußsatze zu entdecken, müssen Sie alle Dinge, die Sie zu vergleichen haben, vollkommen kennen. Sie werden die Ausmessung des Dreyecks nicht beweisen, wenn Sie nicht genaue und vollständige Ideen von dem haben, was man **Messen**, **Rechteck**, **Dreyeck**, **Fläche**, **Seite**, **Diagonallinie** nennt. Machen Sie sich also von jeder Figur vollständige Ideen, so wird keine seyn, die Sie nicht genau messen können. Die Methode, der wir gefolgt sind, läßt sich auf alle Fälle anwenden, wo es uns nicht an Ideen fehlt; und Sie können daraus abnehmen, daß alle mathematische Wahrheiten nichts als verschiedene Ausdrücke dieser ersten Definition sind:

Messen heißt eine bestimmte Größe auf alle Theile einer Größe nach einander hinlegen. So ist die Mathematick eine unermeßliche, in der Idee eines einzigen Worts enthaltene, Wissenschaft.

Man kann nicht immer, wie in dem eben angeführten Beyspiele, eine erste Definition alle nothwendige Formen annehmen lassen: allein man hat Methoden, diesem Mangel abzuhelfen; und was man nicht mit der Idee, im Ganzen genommen, thun kann, daß läßt sich auf eine successive Weise mit ihren Theilen bewerkstelligen.

Die Identität ist in der Arithmetick fühlbar.

Eine große Zahl, zum Exempel kann nur auf eine einzige Art ausgedrückt werden, und die Arithmetick giebt kein Mittel an die Hand, ihr verschiedene Ausdrücke zu geben. Allein wenn ich, indem ich zwo große Zahlen unmittelbar betrachte, nicht entdeken kann, worin sie identisch sind; so kann ich die Identität, die zwischen ihren Theilen ist, entdeken, und durch dieses Mittel alle ihre Verhältnisse kennen lernen. Hierauf gründen sich die vier Operationen der Arithmetick, die man sogar auf zwo, die Addition und Subtraction, bringen kann. Wann ich demnach sage, sechs und zwey machen acht, so ist es eben so viel als wenn ich sagte, sechs und zwey machen sechs und zwey;

und wenn ich sage, sechs weniger zwey machen vier, so ist es wiederum eben so viel als wenn ich sage, sechs weniger zwey machen sechs weniger zwey u. s. w.

Die Identität ist es also, worin die arithmetische Evidenz besteht, und wann ich der Summe sechs und zwey die Benennung acht und der Differenz sechs weniger zwey die Benennung vier gebe; so ändere ich die Ausdrücke bloß, um die Vergleichungen zu erleichtern, und die Identität fühlbar zu machen.

Die Beweise werden also niemals anders als durch eine Reyhe identischer Sätze bewerkstelliget, wir mögen uns nun mit der Total-Idee, oder mit den einzelnen Theilen derselben beschäftigen. Wann Sie die algebraische Rechnung studiren werden, so werden Sie sehn, daß der Vortheil dieser Methode darinn besteht die Mittel zu erleichtern, wodurch man eine große Zahl mit einer großen Zahl vergleicht, und zu erkennen zu geben, worin sie identisch sind, ohne daß man nöthig hat, sie stückweise zu betracht en.

Dieß ist genug, um Ihnen zu zeigen, daß die die Evidenz der Vernunft einzig und allein auf der Identität der Ideen beruht.

Drittes Kapitel.

Anwendung der vorhergehenden Methode auf neue Beyspiele.

Vorerinnerung. Ich habe bereits Gelegenheit gehabt, mein Prinz, Sie bemerken zu lassen, daß man zwo Arten von metaphysischer Essenz unterscheiden kann. Allein um Ihnen, die Kunst Vernunftschlüsse zu machen, gehörig zu entwickeln, muß ich drey verschiedene Fälle betrachten.

Entweder kennen wir die wahre Essenz einer Sache.

1. Entweder kennen wir die erste Grund-Eigenschaft einer Sache, diejenige, die die Quelle aller andern ist; alsdann ist diese Eigenschaft die eigentlich so genannte Essenz, ich will sie **die wahre**, die **Grund-Essenz** nennen.

Oder wir kennen nur eine abgeleitete Essenz.

2. Oder wann wir nur die abgeleiteten Eigenschaften kennen, so bemerken wir darunter eine, die als die Quelle aller andern kann angesehen werden. Diese Eigenschaft ist eine Essenz in Rücksicht auf die Qualitäten die sie erklärt; allein sie ist eine uneigentlich sogenannte Essenz; ich nenne sie die zweyte.

Oder wir kennen keine Essenz davon.

3. Endlich giebt es Fälle, wo wir unter den abgeleiteten Eigenschaften keine wahrnehmen, wodurch sich alle andere erklären lassen. Alsdann kennen wir weder die wahre noch die zweyte Essenz, und es ist uns unmöglich, Definitionen zu machen. Um die Sache zu erkennen zu geben, haben wir kein anderes Mittel als ihre Qualitäten herzuerzählen: so ist, zum Exempel die Ideen beschaffen, die wir uns vom Golde machen.

Man muß sich der Kenntnisse die man in Absicht dessen hat, versichern.

Sie haben gesehen, daß wann wir die wahre Essenz kennen, wir alle Verhältnisse nach der Schärfe beweisen können: allein Sie urtheilen, daß, wann wir nur die zweyte Essenz kennen, es Verhältnisse geben wird, die wir nicht werden beweisen können, und daß es sogar einige geben wird, die wir nicht werden entdecken können.

Wollen Sie also von der Stärke und Genauigkeit eines Beweises urtheilen? Versichern Sie sich der Art von Essenz, die in den Definitionen, worauf Sie ihre Vernunftschlüsse gründen, enthalten ist.

Nun aber wird es Ihnen, wenn Sie Ihren Ideen ein wenig nachspüren, nicht schwer seyn,

sich zu versichern, ob Sie die wahre oder die zweyte Essenz kennen; oder ob Sie gar keine Essenz kennen.

Wann man gar keine Essenz kennt, so ist nichts übrig, als die Qualitäten einer Sache herzu erzählen.

Das Gold ist gelb, es läßt sich ziehen und schmieden. Warum hat aber ein Metall Qualitäten, die ein anderes nicht hat? Es ist uns nicht möglich, bis zu einer ersten Qualität, woraus sich dieses erklären liesse, hinauf zu steigen. Es ist uns daher nicht möglich, das Verhältnis eines Metalles zu einem andern mit Genauigkeit zu beweisen. Folglich bleibt uns nichts übrig, als ihre Qualitäten her zu erzählen, und die Qualitäten des einen mit den Qualitäten des andern zu vergleichen.

Wir kennen weder des Körpers noch der Seele wahre Essenz.

Wenn ich Sie ferner frage, warum der Körper ausgedehnt ist, und warum die Seele empfindet? Je mehr Sie darüber nachdenken werden, desto mehr werden Sie sehen, daß Sie nichts zu antworten haben. Die wahre Essenz dieser zwo Substanzen ist Ihnen folglich unbekannt.

Wir kennen ihre zweyte Essenz.

Dennoch wenn Sie erwägen, daß alle Qualitäten die Sie in dem Körper wahrnehmen, die Ausdehnung voraussetzen, und daß alle die, die sie in der Seele

bemerken, die Empfindungskraft vorausſetzen; ſo können ſie die Ausdehnung als die zweyte Eſſenz des Körpers, und die Empfindungskraft als die zweyte Eſſenz der Seele anſehen.

Die zweyte Eſſenz des Körpers kann mit der zweyten Eſſenz der Seele nicht identiſch ſeyn.

Raiſonniren Sie nun über dieſe zwo Subſtanzen, ſo können Sie nur die zweyte Eſſenz der einen mit der zweyten Eſſenz der andern vergleichen; denn Sie können eine Eſſenz, die Ihnen nicht bekannt iſt, mit einer Eſſenz, die Ihnen eben ſo wenig bekannt iſt, nicht vergleichen. Laſſen Sie uns daher die zweyte Eſſenz des Körpers mit der zweyten Eſſenz der Seele vergleichen, und mit dieſer Definition anfangen: **der Körper iſt eine ausgedehnte Subſtanz.**

Ich kann dieſe Definition auf verſchiedene Arten ausdrücken: ich kann mir den Körper in kleine Theile, in Atomen getheilt denken. So werde ich hier eine feine Materie, eine ſehr ſubtile Luft, ein ſehr wirkſames Feuer, oder ſonſt etwas dergleichen haben. Allein was ich immer dieſer Definition für eine Form geben mag, ſo wird es mir unmöglich ſeyn, zu einer Idee zu gelangen, die mit der Idee, **empfindende Subſtanz** identiſch iſt. Wir können uns alſo verſichern, daß wenn wir mit der Idee einer ausgedehnten Subſtanz anfangen, wir kein Mittel haben zu beweiſen,

daß diese Substanz mit der denkenden Substanz einerley ist. Es bleibt uns noch übrig, mit der Idee einer empfindenden Substanz anzufangen; alsdann werden wir alle Mittel erschöpft haben, über diese Materie die unserer Fähigkeit angemessenen Entdeckungen zu machen.

Aus der zweyten Essenz der Seele folgt, daß die Reflexion nicht anders ist als eine Art zu empfinden.

Sagen, daß die Seele eine empfindende Substanz ist, ist so viel als sagen, daß sie eine Substanz ist, die Empfindungen hat.

Sagen, daß sie Empfindungen hat, ist so viel als sagen, daß sie eine einzige Empfindung, oder zwo oder mehrere zu gleicher Zeit hat.

Sagen, daß sie eine oder zwo u. s. w. Empfindungen hat, ist so viel als sagen, daß diese Empfindungen entweder einen beynahe gleichen Eindruck als daß eine oder zwo einen besondern Eindruck auf sie machen.

Sagen, daß eine oder zwo Empfindungen einen besondern Eindruck auf sie machen, ist so viel als sagen, daß sie dieselben vorzüglich bemerkt, daß sie dieselben von allen andern unterscheidet.

Sagen,

Sagen, daß sie eine oder zwo Empfindungen vorzüglich bemerkt, ist so viel als sagen, daß sie ihre Aufmerksamkeit darauf richtet.

Sagen, daß sie ihre Aufmerksamkeit auf zwo Empfindungen richtet, ist so viel als sagen, daß sie dieselben vergleicht.

Sagen, daß sie dieselben vergleicht, ist so viel als sagen, daß sie zwischen denselben irgend eine Verhältnis von Verschiedenheit oder von Aehnlichkeit wahrnimmt.

Sagen, daß sie irgend eine Verhältnis von Verschiedenheit oder von Aehnlichkeit wahrnimmt, ist so viel als sagen, daß sie entweder ein Urtheil, oder daß sie ihrer mehrere nach einander fällt.

Sagen, daß sie mehrere Urtheile nacheinander fällt, ist so viel als sagen, daß sie reflectirt.

Reflectiren ist folglich nichts anders als eine gewisse Art zu empfinden: es ist die Empfindung, die eine andere Gestalt angenommen hat. Sie sehen, daß dieser Beweis eben denselben Charackter hat, wie der, aus dem wir geschlossen haben: das Maaß des Dreyecks ist das Product aus seiner Höhe in die Hälfte seiner Grund-

linie. Die Identität macht die Evidenz des einen und des andern.

Es folgt ferner hieraus, daß die Seele eine einfache Substanz ist.

Es wird Ihnen leicht seyn, diese Methode auf alle Wirkungen des Verstandes und des Willens anzuwenden. Allein bemerken Sie, mein Prinz, daß je weiter Sie fortschreiten werden, desto entfernter werden Sie seyn, irgend eine Identität zwischen diesen zween Sätzen wahrzunehmen: die Seele ist eine empfindende Substanz, der Körper ist eine ausgedehnte Substanz. Ich sage noch mehr: Sie werden darthun, daß die Seele nicht ausgedehnt seyn kann. Hier ist der Beweis davon.

Sagen, daß eine Substanz zwo Empfindungen vergleicht, ist so viel als sagen, daß sie zu gleicher Zeit zwo Empfindungen hat.

Sagen, daß sie zu gleicher Zeit zwo Empfindungen hat, ist so viel als sagen, daß zwo Empfindungen sich in ihr vereinigen.

Sagen, daß zwo Empfindungen sich in einer Substanz vereinigen, ist so viel als sagen, daß sie sich in einer Substanz vereinigen, die eine einzige im eigentlichen Verstand, und nicht aus Theilen

zusammengesezt ist; oder in einer Substanz, die im uneigentlichen Verstand eine einzige, und im Grund aus mehrern Theilen, die alle eben so viel einzelne Substanzen sind, zusammen gesezt ist.

Sagen, daß zwo Empfindungen sich in einer Substanz vereinigen, die im eigentlichen Verstand eine einzige, die nicht aus Theilen zusammengesezt ist, ist so viel als sagen, daß sie sich in einer einfachen, in einer unausgedehnten Substanz vereinigen. In diesem Fall ist die Identität, zwischen der Substanz, die vergleicht, und zwischen der unausgedehnten Substanz bewiesen: es ist bewiesen, daß die Seele eine einfache Substanz ist. Lassen Sie uns nun den zweyten Fall erwägen.

Sagen, daß zwo Empfindungen sich in einer Substanz vereinigen, die aus Theilen besteht, wovon jeder eine besondere Substanz, ist so viel als sagen, daß sie sich alle beyde entweder in eben demselben Theile; oder daß sie sich in dieser Substanz nur darum vereinigen, weil die eine davon einem Theile, zum Exempel, den Theil A, und die andere einem andern Theile, dem Theil B angehört. Wir haben also auch hier zween verschiedene Fälle. Lassen Sie uns mit dem ersten anfangen.

Sagen, daß zwo Empfindungen sich in eben demselben Theile vereinigen, ist so viel als sagen, daß sie sich in einem Theile vereinigen, der im eigentlichen Verstand ein einziger ist, oder in einem Theile, der aus mehrern andern zusammengesezt ist.

Sagen, daß sie sich in einem Theile vereinigen, der im eigentlichen Verstande ein einziger ist, ist so viel als sagen, daß sie sich in einer einfachen Substanz vereinigen; und es ist bewiesen, daß die Seele unausgedehnt ist.

Sagen, daß sie sich in einem Theile vereinigen, der aus mehrern andern zusammengesezt ist, ist wiederum so viel als sagen entweder, daß sie sich in einem Theile vereinigen, der einfach ist, oder daß die eine dieser Empfindungen in dem einen dieser Theile, die andere in dem andern enthalten ist.

Sagen, daß eine dieser Empfindungen in einem dieser Theile, und die andere in einem andern Theile ist, ist so viel als sagen, daß die eine in dem Theil A, und die andere in dem Theil B ist; und dieser Fall ist mit dem, den wir noch zu betrachten hatten, einerley?

Sagen, daß eine dieser zwo Empfindungen in dem Theil A, die andere in dem Theil B ist, ist so viel als sagen, daß die eine in einer Substanz, und die andere in einer andern Substanz ist.

Sagen, daß die eine in einer Substanz, und die andere in einer andern Substanz ist, ist so viel als sagen, daß sie sich nicht in einer und eben derselben Substanz vereinigen.

Sagen, daß sie sich nicht in einer und eben derselben Substanz vereinigen, ist so viel als sagen, daß eben dieselbe Substanz sie nicht zu gleicher Zeit hat.

Sagen, daß eben dieselbe Substanz sie nicht zu gleicher Zeit hat, ist so viel als sagen, daß sie dieselben nicht vergleichen kann.

Es ist also bewiesen, daß, da die Seele eine Substanz ist, die vergleicht, sie keine aus Theilen zusammgesezte, keine ausgedehnte Substanz ist. Sie ist folglich einfach.

Vortheil der in den vorhergehenden Vernunftschlüssen befolgten Methode.

Die Methode, der wir hier gefolgt sind, weiset Ihnen, in wie fern es uns gestattet ist, in die Kenntnis der Dinge einzudringen. Die zweyte

Essenz ist hinreichend zu beweisen, daß zwo Substanzen verschieden sind; allein sie ist nicht hinreichend, die Verschiedenheit, die zwischen ihnen Statt findet, mit Genauigkeit zu messen.

Es ist also sehr leicht, die Evidenz der Vernunft nicht anzunehmen, wo sie nicht ist: man darf die Beweise, die man gemacht zu haben glaubt, nur in identische Sätze übersetzen. Dieß ist der Probierstein, dieß ist das einzige Mittel, wodurch man sich in der Kunst, Vernunftschlüsse zu machen, bilden kann.

Hierdurch werden Sie begreifen, wie uns die Ideen fehlen; wie, aus Mangel der Ideen, die Identität der Sätze uns entwischt, und wie wir uns zu verhalten haben, um in unsere Schlußsätze nicht mehr zu setzen, als uns zu wissen gestattet ist. Wenn Sie erwägen, wie unbekannt Ihnen die Natur der Dinge ist, so werden Sie in Ihren Behauptungen sehr vorsichtig seyn; Sie werden erkennen, daß bey allen Bestrebungen, deren Sie fähig sind, Sie kein Licht über solche Gegenstände verbreiten können, die ein höheres Wesen, das Sie allein erleuchten kann, Ihnen nicht gestattet hat zu erkennen. Allein wenn uns Gott zur Unwissenheit verurtheilt hat, so hat er uns doch nicht

zum Irrthume verurtheilt: lassen Sie uns bloß von dem, was wir sehen, urtheilen, so werden wir uns nicht betrügen.

Viertes Kapitel.

Von der Evidenz des Gefühls.

Es ist schwer, alles was man empfindet, wahrzunehmen.

Es gehen sehr viele Dinge in Ihnen vor, die sie nicht wahrnehmen; und wenn Sie zurück denken wollen, so werden Sie eine Zeit finden, da die meisten Ihnen entwischten. Zum Glücke, mein Prinz, sind Sie in einem Alter, wo Sie keine sonderliche Anstrengung des Gedächtnisses nöthig haben, um sich dieser Zeit zu erinnern. Die Entdeckungen, die Sie in sich selbst gemacht haben, sind also ganz frisch, und Sie haben sich mehr als einmal in dem Fall des Bourgeois-gentilhomme gefunden, der in Prose sprach, ohne es zu wissen. (*) Dieß

(*) Ein bekanntes Lustspiel des Moliere, worin die bürgerlichen Personen lächerlich gemacht werden, die sich das Ansehen der Adelichen geben, und ihre Manieren nachahmen wollen. Der Bourgeois-Gentilhomme erstaunt daselbst über seine Geschicklichkeit, da er von seinem Lehrmeister erfährt, daß er bisher in Prose gesprochen habe. Ueb.

ist ein Vortheil, dessen ganzen Wehrt Sie noch nicht fühlen; allein ich hoffe, daß er Sie vor vielen Vorurtheilen bewahren wird.

Dem ohngeachtet empfanden Sie alle diese Dinge, die in Ihnen vorgiengen: denn es sind eben doch Seyn-Arten Ihrer Seele, und die Seyn-Arten dieser Substanz sind für dieselbe nichts anders als ihre Arten zu existiren, ihre Arten zu empfinden. Dieß ist ein Beweis, daß Sie eine gewisse Geschicklichkeit vonnöthen haben, um alles was in Ihnen ist, durch das Gefühl zu unterscheiden. Die Metaphysik allein kennt dieses Geheimnis: sie ists, die uns in jedem Augenblicke lehrt, daß wir in Prose sprechen, ohne es zu wissen, und ich gestehe es, daß sie uns nichts anders lehrt: allein man muß daraus schliessen, daß man ohne die Metaphysik sehr unwissend ist.

Es ist schwer, sich der Evidenz des Gefühls zu versichern.

Die Cartesianer glauben die angebohrnen Ideen (ideæ innatæ;) die Mallebranchisten bilden sich ein, daß sie alles in Gott sehen, und die Schüler des Locks sagen, daß sie weiter nichts als Empfindungen haben. Alle glauben, daß sie dem, was sie empfinden, gemäß urtheilen: allein diese Verschiedenheit der Meynungen ist ein Beweis, daß sie nicht alle das Gefühl um Rath zu fragen wissen.

Wir haben also die Evidenz des Gefühls nicht allemal, wann wir sie zu haben glauben. Im Gegentheil können wir uns betrügen, indem wir entweder einen Theil dessen was in uns vorgeht, entwischen lassen, oder das, was nicht in uns ist, zu fühlen glauben, oder das, was in uns ist, vor uns selbst verbergen.

Wir lassen einen Theil dessen, was in uns vorgeht, entwischen. Wie viel giebt esin den Leidenschaften geheime Beweggründe, die auf unser Betragen einen Einfluß haben? Dennoch muthmassen wir es nicht: wir sind im Innersten überzeugt, daß diese Beweggründe keinen Antheil an unsern Entschlüssen haben, und wir nehmen die Täuschung für die Evidenz an.

Es war eine Zeit, da Sie sich einbildeten, Sie seyen der artigste Prinz von der Welt. Ihr Bewußtseyn wiederholte es Ihnen eben so oft als Ihre Schmeichler. Damals, mein Prinz, entwischten Ihre Fehler Ihrer Aufmerksamkeit, Sie nahmen den Eigensinn nicht wahr, der auf Ihr Betragen wirkte, und alles was Sie wollten, däuchte Ihnen vernünftig. Itzo fangen Sie an, in Ihre Schmeichler und in sich selbst ein Mistrauen zu setzen; Sie begreifen, daß wir Gründe haben, Sie zu bestrafen, und oft verurtheilen Sie sich

selbst. Dieß ist eine gute Vorbedeutung. Allein wir wollen ihre Fehler, wovon wir nur allzu oft Gelegenheit haben, Sie zu unterhalten, bey Seite legen, und Ihnen Beyspiele geben, die Ihre Eigenliebe minder beleydigen werden.

Jeder Augenblick bringt in uns Empfindungen hervor, deren wir uns nicht bewußt sind, und die, indem sie unsere Bewegungen ohne unser Wissen bestimmen, über unsere Erhaltung wachen. Ich sehe einen Stein, der im Begrif ist auf mich zu fallen, und ich weiche ihm aus; dieß kommt daher weil die Idee des Todes oder des Schmerzens sich mir darbeut; ich fühle sie, und handle darnach. Gegenwärtig da Sie Ihre ganze Aufmerksamkeit auf dasjenige richten was Sie lesen, beschäftigen Sie sich allein mit den Ideen, die sich Ihnen darbieten, und Sie bemerken nicht, daß die Wörter und die Buchstabeu auf Ihre Seele wirken. Sie sehen aus diesen Beyspielen, daß wir einige Reflexion vonnöthen haben, um von dem was wir fühlen, mit Sicherheit zu urtheilen. Glauben, daß wir allezeit gefühlt haben, so wie wir itzo fühlen, ist daher eben so viel als wenn wir voraus sezten, daß wir niemals in der Kindheit gewesen seyn: folglich würden wir auf diese Art viele Dinge haben entwischen lassen, die in uns vorgegangen sind.

Weil wir das, was nicht in uns ist, zu fühlen glauben.

Wir glauben dasjenige zu fühlen, was nicht in uns ist; denn wenn daß Bewußtseyn einen Theil dessen, was in uns vorgeht, entwischen läßt, so folgt hieraus, daß wir zu fühlen glauben, was wirklich nicht in uns ist. Wenn wir in den Leidenschaften der wahren Beweggründe, die uns bestimmen, unwissend sind, so bilden wir uns solche ein, die keinen oder doch nur sehr wenig Antheil an unsern Handlungen haben: der Unterschied zwischen einbilden und fühlen ist so gering, daß es ganz natürlich ist zu urtheilen, wir fühlen in uns, was, unserer Einbildung nach, in uns seyn sollte.

Geben Sie einem Menschen, der spazieren geht, alle Gänge zu bemerken, die er in einem Garten gemacht hat; und fragen Sie ihn, warum er vielmehr durch diese Allee als durch eine andere gegangen ist. Er wird ihnen ganz gut antworten können: **ich fühle daß ich die Freyheit hatte, zu wählen, und daß, wenn ich diese Allee vorgezogen habe, ich es that, weil ich es wollte.**

Es ist aber dennoch möglich, daß er hierin von seiner Freyheit keinen Gebrauch gemacht, und daß er sich mit eben der Nothwendigkeit fort be-

wegt hat, wie ein Wesen, das von einer fremden Gewalt fortgestossen würde. Allein er hat das Bewußtseyn seiner Freyheit, er dehnt es auf alle seine Handlungen aus, und da er fühlt, daß er oft frey ist, so glaubt er zu fühlen, daß er allezeit frey ist.

Ein Mensch, der nur eine Hand hat, hat das Gefühl der ihm abgehauenen Hand. In ihr ist, seiner Einbildung nach, der Sitz des Schmerzes, den er fühlt, und er würde sagen: es ist mir evident, daß ich noch meine Hand habe. Allein die Erinnerung der Operation, die man ihm gemacht hat, kommt einem Irrthum zuvor, den das Gesicht und das Anrühren bald widerlegen würden.

Weil wir das, was in uns ist, vor uns selbst verbergen.

Endlich verhehlen wir uns selbst das, was in uns ist. Man hält zum Exempel für natürlich, was eine Fertigkeit, und für angebohren, was durch Uebung erlangt worden ist; und ein Schüler des Mallebranche zweifelt nicht, daß, wann er im Begrif ist, auf eine Seite zu fallen, sein Körper sich natürlicher Weise auf die andere Seite werfe. Ist dann aber das Gehen dem Menschen natürlich, und müssen die Kinder nicht eine Menge Versuche machen, bis sie die Fertigkeit erlangen, ihren Körper im Gleichgewichte zu halten? Mal-

lebranche mag sagen was er will, die Natur ist es nicht, die den Bewegungen unsers Körpers die gehörige Richtung giebt; die Fertigkeit ist es.

Dennoch giebt es Mittel, sich der Evidenz des Gefühls zu versichern.

Unter allen Mitteln, die wir haben um Kenntnisse zu erlangen, ist keines, das uns nicht betrügen könnte. In der Metaphysik kann uns das Gefühl, in der Physik die Beobachtung, in der Mathematik der Calcul auf Abwege führen: allein wie es Gesetze giebt, um gut zu calculiren und gut zu beobachten; so giebt es auch Gesetze um gut zu fühlen, und von dem, was man fühlt, gut zu urtheilen.

Zwar müssen wir uns nicht schmeicheln, das was in uns vorgeht, immer gut aus einander zu setzen: allein diese Unwissenheit ist kein Irrthum.

Wir werden sogar darin um so mehr Dinge entdecken, je sorgfältiger wir die andern Abwege vermeiden werden. Denn die Vorurtheile, die das, was nicht in uns ist, in uns voraussetzen, oder die uns das, was in uns ist, verbergen, sind eine Hinderniss für die Entdeckungen und eine Quelle von Irrthümern. Durch sie urtheilen wir von dem, was wir nicht sehen, und, indem wir an die Stelle dessen, was ist, dasjenige setzen, was wir uns

einbilden, so formiren wir uns Hirngespinster. Die Vorurtheile umnebeln uns, daß wir weder uns, noch die Dinge um uns gehörig betrachten können.

Wir werden uns also der Evidenz des Gefühls nur in sofern versichern können, als wir gewiß seyn werden, daß wir in uns nichts annehmen, was nicht in uns ist, und daß wir uns das, was in uns ist, nicht verhehlen; wenn uns dieses gelingt, so werden wir in uns Dinge entdecken, wovon wir vorher nicht die mindeste Muthmassung gehabt hätten, und weil wir uns ohngefehr in unserer wahren Gestalt sehen werden, so werden wir nur dasjenige entwischen lassen, was uns ganz und gar unmöglich ist zu fassen.

Allein es wird niemals geschehen, daß wir in uns annehmen, was nicht in uns ist, wenn wir uns das, was in uns ist, nicht verhehlen. Wir legen unseren Handlungen nur darum solche Beweggründe bey, die sie nicht haben, weil wir uns diejenigen, die uns bestimmen, verhehlen wollen; und wir glauben daß wir in dem Augenblicke, wo wir doch keinen Gebrauch von unserer Freyheit gemacht haben, frey gewesen sind, bloß darum weil unsere damalige Lage uns nicht gestattete wahrzunehmen, wie wenig Antheil unsere Wahl an unsern Bewe-

gungen hatte, und wie sehr wir von den Ursachen, die auf uns wirkten, hingerissen wurden. Wir dürfen uns also nur das, was in uns vorgeht, nicht verhehlen, so werden wir alle die Irrthümer vermeiden, die das Gefühl veranlassen kann. Folglich kommen alle Fehler, in die wir gerathen, wann wir das Gefühl zu Rathe ziehen, einzig und allein daher, weil wir uns das, was wir fühlen, verhehlen. Denn, indem wir uns verhehlen, was in uns ist, sehen wir das nicht, was in uns ist, und sehen das, was nicht in uns ist.

Fünftes Kapitel.

Von einem Vorurtheil, das uns nicht gestattet, uns der Evidenz des Gefühls zu versichern.

Um sich der Evidenz des Gefühls zu versichern, muß man lernen, die Fertigkeit nicht mit der Natur zu vermengen.

Es ist Niemand, der nicht geneigt wäre zu urtheilen, er habe die Evidenz des Gefühls, so oft er dem, was er zu fühlen glaubt, gemäß redet. Dieses Vorurtheil ist eine Quelle von Irrthümern. Derjenige allein hat die Evidenz des Gefühls, der die Seele von allem, was sie durch Zeit und Uebung erlangt hat, zu entblößen weiß, und niemals die Fertigkeit mit der Natur vermengt. Man hat daher

Gründe, den meisten Menschen dieser Evidepz, die das Loos aller zu seyn scheint, abzusprechen. Jedermann fühlt, daß er existirt, daß er sieht, daß er hört, daß er agirt, und niemand betrügt sich hierin. Allein wann die Frage ist von der Art zu existiren, zu sehen, zu hören und zu agiren, wie viel giebt es, die den Irrthum zu vermeiden wissen? Dennoch berufen sich alle auf ihr Bewußtseyn und auf ihr Gefühl.

Die Seele erlangt ihre Kräfte wie ihre Ideen.

Man hat bisweilen das Erstaunen eines ganz unwissenden Menschen bemerkt, der eine fremde Sprache reden hört; er fühlt, daß er die seinige so natürlich redet, daß er zu fühlen glaubt, sie sey die einzige natürliche Sprache. Bey andern Gegenständen betrügen sich die Philosophen eben so sehr. Wir sehen, wie der Körper anfangt sich zu entwickeln, und von dem Alter der Schwachheit zu dem Alter der Stärke übergeht. Hier kann uns das Gefühl nicht betrügen, und niemand hat es noch gewagt zu behaupten, daß der menschliche Körper niemals in der Kindheit gewesen sey. Dieß ist vielleicht die einzige Ungereimtheit, die die Philosophen vergessen haben zu sagen.

Ist es aber minder ungereimt zu denken, daß die Seele mit allen ihren Ideen und mit allen ihren

Kräft

Kräften gebohren sey? Ist es nicht genug sich selbst zu beobachten um zu sehen, daß sie in der Entwicklung ihrer Kräfte und in der Erlangung ihrer Ideen ihre Anfänge hat?

Wir können noch mehr sagen: wenn es hier einen Unterschied giebt, so ist der Vortheil nicht auf ihrer Seite; denn ihr Wachsthum ist bey weitem nicht dem Wachsthum des Körpers gleich. Allein überhaupt sind wir geneigt zu glauben, daß wir immer gefühlt haben, wie wir gegenwärtig fühlen, und daß die Natur allein dasienige aus uns gemacht hat, was wir sind. Dieses Vorurtheil müssen wir zerstören; so lang es aufrecht stehen wird, werden die Zeugnisse des Gefühls sehr zweydeutig seyn.

Nun aber können wir es uns nicht verbergen, daß der Geist sein Vermögen zu reflectiren, Bilder zu formiren und zu denken nach und nach erlangt, so wie der Körper das Vermögen erlangt, sich hurtig und geschickt zu bewegen. Wir erinnern uns noch der Zeit, da wir von gewissen Künsten und Wissenschaften gar keinen Begrif hatten. Die Beredsamkeit, die Dichtkunst und alle vermeynte Gaben der Natur haben wir den Umständen und unserm Fleisse zu verdanken. Der einzige Vortheil, den wir mit uns auf die Welt bringen,

besteht in besser eingerichteten körperlichen Werkzeugen. Derjenige, dessen körperliche Werkzeuge lebhaftere und mannichfaltigere Eindrücke bekommen, und leichter gewisse Fertigkeiten annehmen, wird, nach der Art seiner Fertigkeiten, ein Dichter, ein Redner, ein Philosoph u. s. w. während daß die andern das bleiben, was die Natur aus ihnen gemacht hat.

Glauben Sie also denen nicht, die Ihnen unaufhörlich wiederholen: **man ist nur das was man gebohren wird: man wird nicht zum Dichter, man wird nicht zum Redner u. s. w. Dieß ist ein Vorurtheil und Ruhmräthigkeit.**

Man muß von den Qualitäten, die wir glauben immer gehabt zu haben, nach denjenigen urtheilen, wovon wir wissen daß wir sie erlangt haben.

Es giebt Qualitäten, wovon wir gewiß sind, daß wir sie erlangt haben, weil wir uns der Zeit erinnern, da wir sie nicht hatten. Ist dieß nicht ein Grund zu muthmassen, daß es keine giebt, die wir nicht erlangt haben? Warum sollte die Seele in dem männlichen Alter Ideen erlangen, wenn sie in dem zarten Alter keine erlangt hätte? Ich bin itzo genöthiget zu studiren um mich zu unterrichten, und in der Kindheit war ich unterrichtet, ohne studirt zu haben! Es ist wahr, das Gedächtnis behält keine Spuren von diesen ersten Studien: allein das Ge-

fühl, das uns sagt was wir gegenwärtig studiren, gestattet uns nicht, an dem zu zweifeln, was wir ehmals studirt haben.

Wie wir von den Dingen urtheilen können, die wir von den ersten Augenblicken unsers Lebens an, erlangt haben.

Wenn wir von den ersten Augenblicken unsers Lebens nicht das mindeste Angedenken haben, wie werden wir, sagt man, uns in die Lage bringen können, uns gerad so zu fühlen wie wir gewesen sind: wie werden wir uns das Gefühl eines Zustandes geben, der nicht mehr ist, und dessen wir uns nicht erinnern können?

Die Unwissenheit übereilt sich immer in ihren Urtheilen, und hält das was sie nicht begreift, für unmöglich. Die Geschichte unserer Seelenkräfte und unserer Ideen dünkt den Köpfen, die keinen Scharfsinn haben, ein ganz chimärischer Roman: es wäre leichter, sie zum Stillschweigen zu bringen, als sie aufzuklären. Wie viel giebt es in der Physick und Astronomie Entdeckungen, die von den Unwissenden der vorhergehenden Jahrhunderte für unmöglich gehalten wurden! Die Unwissenden unwissenden unsers Jahrhunderts fühlen ohne Zweifel die Versuchung, sie zu leugnen, dennoch sagen sie nichts; und die, die ihren Mangel an Einsichten

am geschicktesten zu verbergen wissen, gestehen sie stillschweigend ein.

Es kommt hier nicht darauf an, die Geschichte der Gedanken eines jeden Individuum zu unternehmen: denn jedes hat in seiner Art zu fühlen etwas besonderes, entweder weil zwischen den körperlichen Werkzeugen des einen und denen des andern allezeit ein Unterschied ist, oder weil nicht alle sich in eben denselben Umständen befinden. Allein sie haben doch eine ähnliche Organisation: alle haben Augen, obschon diese Augen verschieden sind; alle haben Empfindungen von Farbe, ob sie schon nicht einerley Nüancen wahrnehmen. Es giebt ferner allgemeine Umstände: dergleichen sind die Umstände: die jedes Individuum lehren, durch einerley Mittel für seine Bedürfnisse zu sorgen.

Wir können uns also die Wirkungen desjenigen vorstellen, was die Organisation ähnliches, und die Umstände allgemeines haben; und hieraus von der Erzeugung unserer Seelenkräfte, so wie von dem Ursprung und dem Fortgang unserer Ideen urtheilen.

Der wesentliche Punkt ist, daß man wohl unterscheide, welches die Dinge sind, worüber das Gefühl uns Licht giebt, und welches der Grad

dieses Lichtes ist. Denn wenn es wahr ist, daß wir alles, was in uns vorgeht, fühlen, so ist es eben so wahr, daß wir uns nicht alles dessen, was wir fühlen, bewußt sind. Die Fertigkeit und die Leidenschaft täuschen uns unaufhörlich. Um uns kennen zu lernen, müssen wir vor allen Dingen uns in jenen allgemeinen Umständen betrachten, worin uns die Leidenschaften nicht so leicht überraschen, und worin wir uns leichter von unsern Fertigkeiten losmachen können.

Es ist nicht möglich, das Gefühl um dasjenige zu befragen, was in der Kindheit mit uns vorgegangen ist. Allein wenn wir jene allgemeine Umstände betrachten, die in allen Altern eben dieselben gewesen sind, so wird uns das, was wir gegenwärtig fühlen, von dem, was wir ehmals gefühlt haben, urtheilen helfen, und wir werden berechtiget seyn, von dem einen auf das andere zu schliessen. Durch dieses Mittel werden wir, zum Exempel, augenscheinlich sehen, daß die Bedürfnis der Grund von der Entwicklung der Seelenkräfte ist. Dadurch geschieht es, daß es Umstände giebt, in denen der Mensch nur langsam fortschreitet, während daß er in andern Umständen die Künste, die Wissenschaften und die verschiedenen Systeme schaft, die der Grund der Gesellschaften sind. Al-

lein diese Dinge sind Ihnen bereits hinlänglich bewiesen worden; darum will ich nun zu andern Beyspielen schreiten.

Sechstes Kapitel.

Beyspiele, wodurch sich zeigen läßt, wie man sich der Evidenz des Gefühls versichern kann.

Ich will Ihnen hier einige Fragen zum Auflösen vorlegen, und Sie werden mir sagen, was Ihnen das Gefühl darauf antworten wird.

Erste Frage.

Erstes Beyspiel. **Fühlt sich die Seele auf eine von dem Körper unabhängige Art? Merken** Sie es wohl, daß ich Sie nicht frage, ob sie sich ohne den Körper fühlen könne. Ich habe Ihnen mehr als einmal gesagt und bewiesen, daß die Seele eine einfache, folglich von einem ausgedehnten Wesen ganz verschiedene Substanz ist. Ich habe Sie bemerken lassen, daß zwischen den Bewegungen, die in unsern körperlichen Werkzeugen vorgehen, und den Empfindungen, die wir fühlen, kein Verhältnis ist. Wir haben daraus den Schluß gezogen, daß der Körper nicht durch sich

selbst auf die Seele wirkt; er ist nicht die eigentlich sogenannte Ursache ihrer Empfindungen, er ist nur die Gelegenheit, oder wie man gemeiniglich sagt, die gelegenheitliche Ursache davon. Allein diese Frage gehört zur Evidenz der Vernunft, und es ist gegenwärtig die Rede von der Evidenz des Gefühls. Ich kehre also zur ersten Frage zurück, die ich Ihnen nun unter verschiedenen Gestalten vorlegen werde. Dieß ist eine nothwendige Vorsichtigkeit um uns nicht zu übereilen.

Fühlt sich eine Seele, die noch mit keinem Körper vereiniget worden ist? Umsonst fragen wir das Gefühl, es antwortet nichts: keiner von uns beyden hat sich jemals in diesem Zustande befunden; wenigstens erinnern wir uns nicht, uns jemals darin befunden zu haben: und dieß läuft auf eins hinaus.

Fühlt sich Ihre gegenwärtig mit Ihrem Körper vereinigte Seele? Sie werden, ohne sich zu besinnen, mit ja antworten: Sie haben die Evidenz.

Allein wie fühlt sie sich? gerad als wenn sie in Ihrem ganzen Körper verbreitet wäre. Es ist evident, daß sie einen Gegenstand, den Sie berühren, so empfinden, als wenn Ihre Seele in

Ihrer Hand wäre; daß Sie einen Gegenstand, den Sie sehen, so empfinden als wenn Ihre Seele in Ihren Augen wäre; mit einem Wort daß alle Ihre Empfindungen in Ihren körperlichen Werkzeugen zu seyn scheinen, die doch nur die gelegenheitliche Ursache davon sind.

Dieses Urtheil gründet sich auf die Evidenz, denn wenn das Gefühl betrügen kann, wann man von der Art, wie man fühlt, urtheilen will; so kann es nicht mehr betrügen, wann man es befragt, um bloß von der Art zu urtheilen, wie man zu fühlen scheint.

Das Gefühl beweißt also, daß die Theile des Körpers empfindlich zu seyn scheinen. Allein wann man wissen will, ob sie es wirklich sind oder nicht sind, so beweißt es nichts mehr; weil in dem einen und dem andern Fall der Anschein einerley ist. Diese Frage gehört daher nicht unter diejenigen, die man durch die Evidenz des Gefühls auflösen kann.

Zweyte Frage.

Zweytes Beyspiel. Könnte sich die Seele fühlen, ohne ihre Empfindungen auf ihren Körper zu beziehen, ohne irgend eine Idee von ihrem Körper zu haben?

Ehe wir auf diese Frage antworten, müssen wir bestimmen, von welchen Empfindungen die Rede ist; denn was von den einen wahr ist, könnte von den andern falsch seyn.

Ist die Rede von den Empfindungen des Berührens, so ist es evident, daß, einen Körper fühlen und das körperliche Werkzeug, das ihn berührt, fühlen, zwey unzertrennliche Gefühle sind. Ich fühle meine Feder nur darum weil ich die Hand fühle, die sie hält. In diesem Fall beziehen sich die Empfindungen der Seele auf den Körper, und geben mir eine Idee davon.

Ist die Rede von den Empfindungen des Geruchs, so ist dieß ganz was anders. Wie es evident ist, daß meine Seele, wenn sie keine andere als diese Empfindungen hätte, sich nothwendig fühlen müßte, so ist es auch evident, daß es ihr unmöglich wäre, sich einen Begrif von irgend einem Körper zu machen. Schränken Sie sich einen Augenblick auf das körperliche Werkzeug des Geruchs ein; werden Sie sich Begriffe von Farbe, Schall, Ausdehnung, Raum, Figur, Undurchdringlichkeit, Schwere u. s. w. machen? Und doch sind dieß Dinge, woraus Sie die Ideen bilden, die Sie von dem Körper haben. Was sind dann also Ihre Begriffe in dieser Voraussetzung? Sie

fühlen Gerüche, wann ihr körperliches Werkzeug berührt wird, und bey diesen Gerüchen haben Sie das Gefühl Ihrer selbst. Bekommt Ihr körperliches Werkzeug keinen Eindruck, so haben Sie weder das Gefühl der Gerüche noch das Gefühl Ihres Wesens. Folglich zeigen sich Ihnen diese Gerüche bloß als verschiedene Modificationen Ihrer selbst: Sie sehen in jedem nur sich, und sehen sich auf verschiedene Art modificirt. Sie werden sich also, ihrer Einbildung nach, in alle Gerüche nach einander verwandeln, und Sie werden nichts anders aus sich machen können. Dieses ist evident; allein es ists nur in der Voraussetzung, die ich mache, und worein Sie sich recht stellen müssen.

Ich sage noch mehr: Sie könnten nemlich bey allen ihren Sinnen eine abstrackte Idee so lebhaft denken, daß Sie sich bloß Ihres Gedankens bewußt wären. Ihr Körper würde Ihnen in diesem Augenblick entwischen. Die Idee davon würde sich Ihnen nicht darbieten; nicht weil er aufhörte, auf Ihre Seele zu wirken, sondern weil Sie selbst aufhörten, die Eindrücke zu bemerken, die Sie von ihm erhalten.

Dieß ist es was die Philosophen betrogen hat. Weil sie, indem sie einer Idee nachhängen, dasjenige vergessen, was ihre Seele dem Körper zu

danken hat, haben sie sich eingebildet, daß sie ihm nichts zu danken hat, und haben Ideen, die von den Sinnen herrühren, für angebohrne Ideen gehalten.

Dritte Frage.

Sieht man Entfernungen, Größen, Figuren und Lagen, von dem Augenblick an, da man die Augen aufthut?

Drittes Beyspiel. Es scheint, man müsse sie sehen. Allein wenn dieser Anschein auf zweyerley Art kann hervorgebracht werden, so wird das Gefühl, nach welchem man so eilfertig urtheilt, nichts weniger als evident seyn. Das Sehen mag nun einzig und allein kraft der Organisation, oder kraft der angenommenen Fertigkeiten geschehen, so ist die Wirkung für uns einerley. Man muß also untersuchen, ob wir die Größen, die Entfernungen u. s. w. sehen, weil wir so organisirt sind, daß wir sie natürlicher Weise sehen, oder ob wir gelernt haben, sie zu sehen.

Es ist mir evident, daß die Empfindungen von Farbe für meine Seele nichts anders sind als verschiedene Arten sich zu fühlen, es sind bloß ihre eigenen Modificationen. Nun will ich annehmen,

ich ſey auf das Geſicht eingeſchränkt : werde ich von dieſen Modificationen wie von den Gerüchen urtheilen, daß ſie bloß in mir ſind? oder werde ich urtheilen, daß ſie ganz auſſer mir in den Gegenſtänden ſind, von deren Daſeyn ich noch durch nichts belehrt worden bin ?

Wenn ich bloß den Sinn des Berührens hätte, ſo begreife ich, daß ich mir Ideen von Entfernungen, von Figuren u. ſ. w. machen würde. Ich dürfte mir nur einbilden, die körperlichen Empfindungen, die in meine Seele übergehen, haben ihren Sitz in meiner Hand und in meinen Fingern; meine Seele durchläuft alsdann, ſo zu reden, meine Arme, breitet ſich in der Hand aus, und findet in dieſem körperlichen Werkzeuge das Maaß der Gegenſtände. Allein in meiner gemachten Vorausſetzung iſt es nicht ſo. Meine Seele wird nicht die Halbmeſſer durchlaufen, um entfernte Gegenſtände zu ſuchen. Es iſt alſo ausgemacht, daß ſie noch durch nichts von den Entfernungen urtheilen kann.

Wenn ſie aber nicht von den Entfernungen urtheilen kann, ſo kann ſie auch nicht von den Gröſſen, auch nicht von den Figuren urtheilen. Allein es iſt unnöthig ſich hiebey aufzuhalten.

Viertes Beyspiel. Niemand kann sagen: es ist mir evident, daß ich mich gefühlt habe, da meine Seele noch keine Empfindung von äusserlichen Gegenständen erhalten hatte; wie man im Gegentheil sagen kann: es ist mir evident, daß ich gegenwärtig fühle, daß ich dergleichen Empfindungen erhalte. Man würde eben so wenig Grund haben zu sagen: es ist mir evident, daß ich mich nicht fühlte, da mein Körper noch keinen Eindruck auf meine Seele gemacht hatte. Die Evidenz des Gefühls geht nicht so weit zurück. Allein wenn man voraussetzte, daß eine Seele sich bloß deswegen fühlt, weil sie körperliche Empfindungen hat, so könnte man fragen, was ihre Kräfte seyn würden, ob sie Ideen, und Ideen von allerley Arten haben, wie sie dieselben erlangen, und wie sie in ihrem Denken zunehmen würde? Sie wissen die Antwort auf alle diese Fragen.

Es scheint, die Evidenz des Gefühls sey die sicherste unter allen: denn wovon wird man versichert seyn, wenn man nicht von dem, was man fühlt, versichert ist? Dem ohngeachtet, mein Prinz, sehen Sies; gerad diese Evidenz ist es, wovon es am schwersten ist sich zu versichern. Immer geneigt, nach Vorurtheilen zu schliessen, vermengen wir die Fertigkeit mit der Natur, und glauben,

von den ersten Augenblicken an, so gefühlt zu haben, wie wir gegenwärtig fühlen. Wir sind nichts als Fertigkeiten: allein darum weil wir nicht wissen, wie die Fertigkeiten erlangt werden, urtheilen wir, daß die Natur allein uns so gemacht hat wie wir sind.

Sie müssen sich, mein Prinz, von diesem Vorurtheile hüten, und sich nicht einbilden, daß die Natur alles für Sie gethan hat, und daß Ihnen nichts mehr übrig ist zu thun.

Wenn ich in diesem Kapitel über Dinge, die Sie bereits wußten, Fragen aufgeworfen habe, so geschah es darum, weil wenn man lernen will, wie man sich der Evidenz des Gefühls versichert, nichts simplers ist als Beobachtungen anzustellen, wie man auf diesem Wege zu Kenntnissen gelangt ist.

Siebentes Kapitel.

Von der Evidenz des Facti.

Wie man erkennt, daß es Körper giebt.

Sie nehmen wahr, daß Sie verschiedene Eindrücke fühlen, die Sie nicht selbst hervorbringen. Nun sezt jede

Wirkung eine Ursache voraus. Es giebt also etwas, das auf uns wirkt.

Sie bemerken in Ihnen körperliche Werkzeuge, worauf Wesen wirken, die Sie von allen Seiten umgeben, und Sie bemerken, daß Ihre Empfindungen von dieser Wirkung auf Ihre körperlichen Werkzeuge herrühren. Sie können nicht daran zweifeln, daß Sie diese Dinge bemerken: das Gefühl beweißt es Ihnen.

Nun aber nennt man Körper alle Wesen, denen wir dieser Wirkung beylegen.

Denken Sie über sich selbst nach, so werden Sie erkennen, daß die Körper sich Ihnen nur in so fern offenbaren, als sie auf Ihre Sinne wirken. Die, die nicht auf Sie wirken, sind in Rucksicht auf Sie, als wenn sie nicht existirten. Selbst Ihre körperlichen Werkzeuge geben sich Ihnen bloß darum zu erkennen, weil sie wechselsweise auf einander wirken. Wenn sie auf das Gesicht eingeschränkt wären, so würden Sie sich auf eine gewisse Art fühlen, und Sie würden nicht einmal wissen, daß Sie Augen haben.

Allein wie erkennen Sie die Körper? Wie erkennen Sie diejenigen, woraus Ihre körperlichen

Werkzeuge gebildet sind, und die, die ausser ihren körperlichen Werkzeugen sind? Sie sehen Oberflächen, Sie berühren sie: eben die Evidenz des Gefühls, die Ihnen beweißt, daß Sie sie sehen, daß Sie sie berühren, beweißt Ihnen auch, daß Sie nicht weiter in ihr Wesen eindringen können. Sie kennen demnach die Natur der Körper nicht, das ist, Sie wissen nicht, warum sie Ihnen so scheinen wie sie Ihnen scheinen.

Dennoch ist die Evidenz des Gefühls ein Beweis für Sie, daß diese Anscheine existiren; und die Evidenz der Vernunft ist ein Beweis für Sie, daß etwas existirt, das dieselben hervorbringt. Denn wenn man sagt, daß es Anscheine giebt, so ist es eben so viel als wenn man sagte, daß es Wirkungen, folglich auch, daß es Ursachen giebt.

Was man durch ein Factum versteht.

Ich heisse ein Factum alle Dinge, die wir in den Körpern wahrnehmen: diese Dinge mögen nun in den Körpern so existiren wie sie uns scheinen, oder es mag nichts dergleichen in den Körpern existiren, so daß wir nur Anscheine wahrnehmen, die durch Eigenschaften, die wir nicht kennen, hervorgebracht werden. Es ist ein Factum, daß die Körper ausgedehnt sind; es ist ein Factum, daß sie Farben haben;

haben; ob wir schon nicht wissen, warum sie ausgedehnt und farbicht scheinen.

Die Evidenz soll keinem Zweifel Raum geben. Folglich kann die Evidenz des Facti nicht die absoluten Eigenschaften der Körper zum Gegenstande haben: sie kann uns nicht dasjenige zu erkenuen geben, was sie an sich selbst sind, weil uns ihre Natur ganz und gar unbekannt ist.

Allein sie mögen ihrem Wesen nach seyn was sie wollen, so kann ich doch nicht an den Beziehungen zweifeln, die sie auf mich haben. Diese Beziehungen sind es, worüber die Evidenz des Facti uns Licht giebt, und einen andern Gegenstand kann sie nicht haben. Es ist eine Evidenz des Facti, daß die Sonne aufgeht, daß sie untergeht, und daß sie mich erleuchtet, so lang sie über dem Horizont ist. Sie müssen sich also erinnern, daß ich bloß von den relativen Eigenschaften rede, so oft ich sagen werde, daß eine Sache die Evidenz des Facti hat. Allein Sie müssen sich zugleich erinnern, daß diese relative Eigenschaften ein Beweis absoluter Eigenschaften sind, so wie die Wirkung ein Beweis von der Ursache ist. Die Evidenz des Facti schließt also diese Eigenschaften sogar nicht aus, daß sie dieselben vielmehr voraussezt; und wenn sie nicht

ihren Gegenstand daraus macht, so kommt es daher, weil es uns unmöglich ist, sie zu kennen.

Achtes Kapitel.

Von dem Gegenstande der Evidenz des Facti, und wie man sie mit der Evidenz der Vernunft zu einem Zwecke vereinigen soll.

Die Evidenz des Facti und die Evidenz der Vernunft sollen zu einem Zwecke vereiniget werden.

Die Evidenz des Facti, mein Prinz, giebt die Materialien jeder Wissenschaft an die Hand, die man die Naturlehre nennt, und deren Gegenstand ist, von den Körpern zu handeln. Allein es ist nicht genug, Facta zu sammeln; man muß, so viel immer möglich ist, sie in eine Ordnung bringen, die das Verhältnis zwischen den Wirkungen und Ursachen zeigt, und damit ein System von einer Reyhe von Beobachtungen formirt.

Sie begreifen daher, daß die Evidenz des Facti allezeit mit der Evidenz der Vernunft begleitet werden soll. Jene giebt die Dinge, die beobachtet worden sind, an die Hand; diese weiset, nach welchen Gesetzen sie aus einander erzeugt worden. Es würde daher unnütz seyn, die Evidenz des Facti, von jeder andern abgesondert, betrachten zu wollen.

Allein ob wir schon von den Dingen, die wir beobachten, durch die Evidenz des Facti versichert sind, so sind wir doch nicht immer versichert, daß wir nicht einige wesentliche Betrachtungen haben entwischen lassen. Wann wir daher aus einer Beobachtung eine Folge ziehen, so hat die Evidenz der Vernunft nöthig, durch neue Beobachtungen bestätiget zu werden. Wenn alle Bedingungen gegeben sind, so ist die Evidenz der Vernunft gewiß: allein der Evidenz des Facti liegt es ob, zu beweisen, daß wir keine von den Bedingungen vergessen haben. So müssen sie beyde zu Formirung eines Systems vereiniget werden. Es kommt also nicht allein darauf an, die Evidenz des Facti ganz allein und auf eine absolute Art zu betrachten: die Evidenz der Vernunft muß ihr zu Hülfe kommen, und uns in unsern Beobachtungen leiten.

Was man durch Phänomen versteht.

Es giebt Facta, die den Willen eines verständigen Wesens zur unmittelbaren Ursache haben; von dieser Art ist die Bewegung Ihres Armes. Es giebt andere, die die unmittelbare Wirkung der Gesetze sind, denen die Körper gehorchen, und die auf eben dieselbe Art sich ereignen, so oft die Umstände eben dieselben sind. So fällt ein aufgehängter Körper, wenn man das Seil, woran er hängt, abschnei-

det. Alle Facta von dieser Gattung heissen Phänomene, und die Gesetze, wovon sie abhängen, heissen Naturgesetze. Der Zweck der Naturlehre ist, diese Phänomene und diese Gesetze kennen zu lernen.

Was man durch Beobachtung versteht.

Um hiezu zu gelangen, muß man auf jede Sache eine besondere Aufmerksamkeit richten, und die Facta und die Umstände sorgfältig mit einander vergleichen: dieß ist es was man durch beobachten versteht, und die entdeckten Phänomene heissen Beobachtungen.

Was man durch Experimente versteht.

Allein um Phänomene zu entdecken, ist es nicht immer genug, daß man beobachte: man hat über dieß Mittel vonnöthen, die tauglich sind, sie zu sammeln, sie von allem, was sie versteckt, zu entledigen, sie in unsern Gesichtskreis zu bringen. Dieß ist es was man Experimente nennt. So hat man zum Exempel Experimente machen müssen, um die Schwere der Luft zu beobachten. Dieß ist der Unterschied, den Sie zwischen Phänomen, Beobachtung und Experiment machen müssen; Wörter, die man nicht selten mit einander vermengt.

Zweck, den ich mir in der Folge dieses Werkes vorsetze.

Den guten Naturkündigen kommt es zu, uns zu zeigen, wie man die Evidenz der Vernunft mit der Evidenz des Facti zu einem Zwecke vereinigen soll. Lassen Sie uns dieselben studiren. Meine Absicht ist aber nicht, Ihnen einen Cursus der Physick vorzulegen. Ich will Ihnen bloß weisen, wie man in dieser Wissenschaft Vernunftschlüsse machen soll, und Sie in den Stand setzen, es weiter darin zu bringen, in so fern wichtigere Geschäfte Ihnen erlauben werden, diesem Studio einige Zeit zu widmen. Sie dürfen, mein Prinz, weder ein Physikus, noch ein Geometer, noch ein Astronom, ja nicht einmal ein Metaphysikus seyn, obschon Ihr Lehrmeister einer ist. Allein Sie sollen wissen, Vernunftschlüsse zu machen: diese Wissenschaft ist Ihnen um so nothwendiger, da ein falscher Vernunftschluß von Seiten eines Prinzen, ihm und seinem Volke den Untergang bringen kann.

Ueber dieß werden Sie mir eingestehen, daß es sehr demüthigend für Sie seyn würde, wenn Sie nicht im Stande wären, aufgeklärte Personen zu verstehen, wenn Sie sich vor ihrem Umgange zu fürchten hätten, wenn Sie sich genöthiget sehen nur Thoren oder Halbgelehrte, die in den Augen eines vernünftigen Mannes unter allen Thoren die beschwerlichsten sind, um sich zu haben. Wollen

Sie sich nicht vor den Leuten fürchten, die Verstand haben, so erwerben Sie sich Einsichten: setzen Sie sich in den Stand, jene Merkmale der Hochachtung auszutheilen, die ob sie schon von einem Prinzen herrühren, doch nur alsdann schmeichelhaft sind, wenn sie mit Verstand ausgetheilt werden. Haben Sie die Seelengröße, die Wissenschaft und die Tugend, überall wo sie sich beysammen finden, hochzuschätzen; und erröthen Sie, wenn Sie keinen andern Vorzug als den Vorzug der Geburt haben.

In dem folgenden Buche wollen wir über die Grundsätze der Bewegung Vernunftschlüsse anstellen, und versuchen, die ersten Gründe der Mechanick zu entdecken.

Zweytes Buch.

Worin durch Beyspiele gezeigt wird, wie die Evidenz des Facti und die Evidenz der Vernunft zur Entdeckung der Wahrheit mit einander vereiniget werden.

Erstes Kapitel.

Von der Bewegung und der Kraft, wodurch sie hervorgebracht wird.

Die Bewegung ist das erste Phänomen.

Die Bewegung, das ist, die Versetzung eines Körpers von einem Ort in einen andern, ist das erste Phänomen, das uns in die Augen fällt; es findet überall und zu allen Zeiten Statt.

Der Ort eines Körpers ist ein Theil des Raums.

Die Idee des Orts setzt einen Raum voraus, der das Weltgebäude enthält, und der Ort von jedem Körper ist der Theil des Raums, den er einnimmt.

Wir kennen bloß den relativen Ort.

Wir können den absoluten Ort der Körper nicht beobachten, wir sehen bloß ihren relativen Ort.

Wir kennen bloß die relative Bewegung.

Es ist uns nicht möglich, die absolute Bewegung zu kennen. So lang wir in diesem Cabinet ruhig sitzen, sind wir in Beziehung der Erde an eben demselben Ort; allein wir werden immer von einem absoluten Ort in einen andern versetzt, weil wir mit der Erde, die sich um ihre Axe und um die Sonne dreht, fortgetragen werden. Bilden Sie sich ein, die Erde sey ein Schiff, wovon dieses Zimmer einen Theil ausmacht; Sie werden aus dieser Betrachtung schliessen, daß alles, was wir von der Bewegung und Ruhe sagen können, von der relativen Bewegung und von der relativen Ruhe zu verstehen ist.

Die Kraft, die die Ursache der Bewegung ist, ist uns nicht bekannt.

Allein ob wir schon weder die absolute Bewegung noch die absolute Ruhe kennen, so ist es doch klar, daß, auf der Erde unbeweglich, und auf der Erde in Bewegung seyn, zwey verschiedene Dinge sind. Was ist nun aber die Ursache dieser Phänomene?

Wann Sie einen Körper aus seiner Lage bringen wann Sie selbst einen andern Platz einnehmen,

so wird die Ursache dieser Bewegung in Ihnen mit einem Gefühl begleitet, das Ihnen etwas, das wirkt, und etwas, das der Wirkung widersteht, zu bemerken giebt. Diesem Etwas, das wirkt, geben Sie den Namen Kraft, und dem, das widersteht, den Namen Hindernis. Von nun an stellen Sie sich die Ideen der Kraft in der Beziehung auf die Idee der Hindernis vor, und Sie begreifen nicht mehr daß die Kraft nothwendig seyn würde, wenn kein Widerstand zu überwinden wäre.

Dem ohngeachtet lehret Sie das Gefühl nicht, was für eine Ursache Ihre Bewegung hervorbringt: wenn Sie wohl darauf merken, so werden Sie erkennen, daß Sie vielmehr die Bewegung als die Ursache, die sie hervorbringt, fühlen.

Wenn Sie aber nicht wissen, was es ist, das in Ihnen die Bewegung hervorbringt, so sind Sie sehr weit entfernt zu wissen, was es ist, das dieselbe in den Körpern hervorbringt, denen Sie nichts beylegen können, das dem, was Sie fühlen, ähnlich wäre.

Gleich bey dem ersten Schritte sind wir also genöthiget, unsere Unwissenheit zu erkennen. Wir sind gewiß, daß die Bewegung existirt, daß sie

eine Ursache hat, aber diese Ursache ist uns unbekannt. Allein nichts hindert uns, ihr einen Namen zu geben: daher wollen wir die Benennung Kraft beybehalten.

Die Geschwindigkeit verhält sich wie der in einer gegebenen Zeit durchlaufene Raum.

Um von der Geschwindigkeit eines Körpers zu urtheilen, müssen wir den Raum, den er durchläuft, und die Zeit, in der er ihn durchläuft, betrachten: so werden Sie urtheilen, daß die Geschwindigkeit von A noch einmal so groß ist als die Geschwindigkeit von B, wenn A in einer gleichen Zeit einen doppelten Raum durchläuft, [oder wenn A einen gleichen Raum in einer halben Zeit durchläuft.]

Sie werden also von der Geschwindigkeit nur in so fern genaue Begriffe haben, als Sie solche von dem Raum und von der Zeit haben werden. Allein was ist die Zeit und der Raum? Dieß sind zwey Dinge, mein Prinz, worüber die Philosophen viele Ungereimtheiten gesagt haben.

Allein wir kennen weder die Natur des Raums.

Es ist kein Zweifel, daß wir vermittelst der Sinne eine Idee von der Ausdehnung der Körper, das ist, von einer farbichten, fühlbaren u. s. w. Ausdehnung haben. Es ist auch kein Zweifel, daß wir durch

die Abstrahirung alle sichtbare, fühlbare u. s. w. Qualitäten von dieser Ausdehnung sondern können: es bleibt uns also eine Ausdehnung übrig, die von der wirklichen Ausdehnung der Körper ganz verschieden ist: dieß ist es, was man den **Raum** nennt.

Die fühlbaren Qualitäten, die wir in den Körpern berühren, stellen uns dieselben als undurchdringlich, das ist, als solche vor, die nicht einerley Ort einnehmen können, die nothwendig auffer einander sind. Indem wir durch eine Abstrahirung diese Qualitäten wegnehmen, bleibt uns ein durchdringlicher Raum übrig, in dem die Körper sich zu bewegen scheinen.

Allein daraus, daß wir uns von diesem Raum einen Begrif machen, folgt nicht, daß er wirklich existire; denn nichts kann uns versichern, daß die Sachen auffer uns so seyen, wie wir sie uns durch die Abstrahirung einbilden.

Dennoch ist es bewiesen, daß die Bewegung so wie wir sie uns vorstellen, unmöglich ist, wenn es keinen leeren Raum giebt. Wie sollen wir uns also aus diesen Schwierigkeiten helfen? Durch das Geständnis unserer Unwissenheit, mein Prinz, durch das Geständnis, daß wir weder das Leere noch das Volle kennen. In der That, wie sollten wir

einen genauen Begrif davon haben? Wir können nicht sagen, was die Ausdehnung ist.

Noch die Natur der Zeit.

Wir wissen eben so wenig was die Zeit ist. Wir urtheilen von der Dauer bloß nach der Succession unserer Ideen. Allein diese Succession hat nichts bestimmtes. Wenn wir diese Succession auffer uns denken, und sie allen existirenden Wesen beylegen, so wissen wir nicht was wir ihnen beylegen. Dennoch denken wir uns eine Ewigkeit, die weder Anfang noch Ende hat. Allein sind die Theile dieser Dauer nichts als untheilbare Augenblicke? Wie formiren sie aber alsdann eine Dauer? Und wenn sie dauern, auf was für eine Art dauern sie selbst? Alles dieses ist unbegreiflich. Wir können Dauer und Ausdehnung mit nichts anderm als mit Dauer und Ausdehnung formiren; das ist, wir können weder die eine noch die andere formiren.

Noch die Natur der Materie.

Wie, indem man von der Materie alle sinnliche Qualitäten wegnimmt, man sich die Idee von dem Raume macht; so formirt man, indem man der Ausdehnung die Undurchdringlichkeit läßt, die Idee von der Materie, das ist, von etwas einförmigem, woraus alle Körper zusammengesetzt sind. Allein

dieß ist weiter nichts als ein abstracter Begrif, und wir wissen darum nicht besser was die Materie ist.

Man muß daher diese Dinge nur nach dem Verhältnis betrachten, das sie unter einander und mit uns haben.

Ausdehnung, Materie, Körper, Raum, Zeit, Kraft, Bewegung, Geschwindigkeit, sind eben so viel Dinge, deren Natur uns ganz und gar verborgen ist. Wir kennen sie nur in so fern sie unter einander und mit uns Verhältnisse haben. Auf diese und keine andere Art muß man sie betrachten, wenn man die Evidenz in seinen Vernunftschlüssen beybehalten will.

Die Philosophen sind immer geneigt gewesen, ihre abstracten Ideen zu realisiren, das ist, ohne Grund anzunehmen, daß die Dinge den Ideen, die sie sich davon machen, vollkommen ähnlich sind. So haben sie zum Exempel, indem sie jene Kraft und jenen Widerstand, den wir fühlen, ausser sich dachten, geglaubt, sie machen sich eine Idee von dem, was in den Körpern ist, und indem sie über diese Kraft raisonnirten, haben sie geglaubt, sie raisonniren über eine vollkommen richtige Idee. Hieraus sind Wortstreite und Ungereimtheiten ohne Zahl entstanden. Ich will Sie bey diesen Irrthümern nicht aufhalten, wir haben wichtigere Dinge zu studiren.

Zweytes Kapitel.

Beobachtungen über die Bewegung.

Ein ruhender Körper bleibt in seinem Zustand von Ruhe.

1. Ein Körper verharrt in seinem Zustand von Ruhe, es sey dann daß irgend eine Ursache ihn nöthige seinen Ort zu ändern, das ist, mit den umliegenden Körpern andere Verhältnisse zu haben, mehr oder weniger von ihnen entfernt zu seyn; denn der Ort muß blos in dieser Beziehung und niemals auf eine absolute Art betrachtet werden.

Dieß ist ein Factum, woran wir nicht zweifeln können; denn wir sehen, daß ein ruhender Körper nur alsdann in Bewegung gesetzt wird, wann eine fremde Ursache auf ihn wirkt: und hier muß man still stehen. Die Philosophen werden Ihnen sagen, daß es die Natur eines ruhenden Körpers mit sich bringe, in der Ruhe zu bleiben, und daß in ihm eine Kraft sey, wodurch er der Bewegung widerstehe: sie werdens sagen, weil sie fühlen, daß es sie mehr oder weniger Mühe kostet, einen Körper aus seinem Ort zu versetzen. Allein was für einen Begrif soll man sich von dieser Natur und von dieser widerstehenden Kraft machen? Hierauf haben sie nichts zu antworten.

Ein Körper der in Bewegung ist, fährt fort, sich einförmig und in gerader Linie zu bewegen.

Ein Körper, der in Bewegung ist, fährt fort, sich einförmig und in gerader Linie zu bewegen. Dieß ist wiederum ein durch die Erfahrung bestätigtes Factum, denn die Bewegung ändert ihre Richtung nicht, wird nicht schneller, langsamer oder vernichtet, es sey daß neue Ursachen auf den bewegten Körper wirken. Die Philosophen, die von allem Grund angeben, werden nicht ermangeln Ihnen zu sagen, daß wie in den ruhenden Körper eine Kraft ist, wodurch er der Bewegung widersteht, so auch in den bewegten Körper eine Kraft ist, wodurch er der Ruhe widersteht.

Wir kennen die Ursache dieser Phänomena nicht.

Diese Kraft, wodurch ein Körper, ihrer Meynung nach, in seinem Zustand von Ruhe oder von Bewegung verharrt, heissen sie die Kraft der Trägheit (vis inertiae;) und sobald sie ihr einmal diesen Namen gegeben haben, glauben sie, eine Idee davon zu haben. Lassen Sie uns sehen, ob es möglich wäre, uns die Sache vorzustellen.

Ob ich schon die Natur der Bewegung nicht kenne, so kann ich doch daran nicht zweifeln, daß die Bewegung etwas anders ist als die Ruhe. Um etwas zu bewegen, muß ich also eine Wirkung

hervorbringen. Nun aber erfordert jede Wirkung eine Ursache, und obschon diese Ursache von einer Natur ist, wovon ich keine Idee habe, so kann ich ihr doch den Namen Kraft geben; es ist genug, daß ich von ihrer Wirklichkeit überzeugt bin.

Wenn daher eine Kraft nöthig ist, um einen Körper zu bewegen, so kommt dieß nicht daher weil in dem Körper eine widerstehende Kraft sitzt, sondern daher weil die Bewegung eine hervor zu bringende Wirkung ist.

Ueberdieß was ist jene Kraft der Trägheit, die der Bewegung widerstünde? Ist sie geringer als die bewegende Kraft, oder ist sie ihr gleich? Wenn sie geringer ist, so ist die Größe, um welche die bewegende Kraft ihr überlegen ist, eine Kraft, die keinen Widerstand findet. Wenn sie ihr gleich ist, so begreifen wir nicht mehr, daß ein Körper bewegt werden kann; denn zwo entgegengesetzte Kräfte können nur in so fern etwas hervorbringen als eine die andere übertrift, und in dem Fall der Gleichheit würde es nothwendig ein Gleichgewicht geben.

Wenn man einen Körper, der in der Bewegung ist, in den Zustand der Ruhe versetzen will, so hat man eine Wirkung zu vernichten; und wenn

dieser

dieser Körper in seiner Bewegung fortfährt, so geschieht es nicht durch eine Kraft der Trägheit, sondern durch eine bewegende Kraft, die ihm mitgetheilt worden ist. Daher sehen wir auch, daß die Bewegung nur alsdann langsamer oder vernichtet wird, wann ein Körper auf Hinderniße stößt. Wenn die Kräfte, die nach entgegengesetzten Richtungen wirken, gleich sind, so hört die Bewegung auf; wenn die erste mitgetheilte Kraft fortfährt der andern überlegen zu seyn, so hört die Bewegung nicht auf, sie geht nur mit minder Geschwindigkeit fort.

Wir wissen nicht, wie das was wir bewegende Kraft nennen, wirkt.

Man fragt, ob die bewegende Kraft augenblicklich ist und nur im ersten Augenblick wirkt, oder ob ihre Wirkung stetig ist und in jedem Augenblicke wiederholt wird. Dieß ist eine Frage, auf die wir nicht antworten können. Wenn die Kraft nur im ersten Augenblicke wirkt, warum bewegt sich der Körper im zweyten, im dritten u. s. f. wir begreifen keine Verbindung zwischen der Bewegung des zweyten, des dritten u. s. f. Augenblicks, und der Kraft, die nur im ersten wirkt. Es scheint im Gegentheil, der Körper sey in jedem Augenblick als wenn er anfienge sich zu bewegen, und das was mit ihm in jedem Augenblicke vorgeht, hange nicht von dem ab, was mit ihm in

den vorhergehenden Augenblicken vorgegangen ist, und habe keinen Einfluß auf das, was in den folgendeu mit ihnen vorgehen wird.

Wird dann aber die Wirkung der Kraft in jedem Augenblicke wiederholt? Allein wenn sie nöthig hat in den zweyten wiederholt zu werden, was hat sie denn in dem ersten hervorgebracht? Hat sie den Körper nicht bewegt, so wird sie in dem zweyten, in dem dritten und in allen Augenblicken wiederholt werden, und der Körper wird sich in Ewigkeit nicht bewegen. Hat sie ihn bewegt, so hat sie gemacht, daß er einen Raum durchlaufen hat. Allein ein Raum kann nur in mehrern Augenblicken durchlaufen werden, welches der Voraussetzung zuwider ist, daß die Kraft, die einen Körper in dem ersten Augenblicke bewegt hat, wiederholt werden muß, um ihn in den folgenden Augenblicken zu bewegen. Wir können uns nicht aus dieser Schwierigkeit helfen. Wenn die Kraft augenblicklich ist, so begreifen wir nicht, daß die Bewegung länger als einen Augenblick währen kann; und wenn sie wiederholt werden muß, so begreifen wir nicht, daß die Bewegung wieder hervorgebracht werden kann.

Wir wollen daher alle diese Fragen stehen lassen, und uns begnügen zu sagen: die Bewegung existirt,

und es existirt eine Kraft, das ist, eine Ursache, die sie hervorbringt, wovon wir aber keinen Begrif haben.

Dieser Anfang, mein Prinz, verspricht Ihnen keinen großen Fortgang: Sie sehen unsere ganze Unwissenheit, und Sie haben Mühe zu begreifen, daß wir jemals etwas wissen werden. Sie werden das Gebäude, das sich vor Ihren Augen erheben wird, um so mehr bewundern.

Allein nicht bloß um Sie in Erstaunung zu setzen, habe ich Ihnen gezeigt, wie unwissend wir sind; ich will Sie zugleich durch den kürzesten und sichersten Weg zu den nützlichen Kenntnissen führen. Nichts aber war zu diesem Endzweck geschickter als alle die falschen Ideen aus dem Wege zu räumen, die man sich von dem Körper, von der Materie, von dem Raum, von der Zeit, von der Bewegung und von der Kraft macht.

Drittes Kapitel.

Von den Dingen, die man bey einem Körper, der in Bewegung ist, zu betrachten hat.

Wie wir von der Quantität der Kraft urtheilen.

Es sind drey Dinge bey einem Körper, der in Bewegung ist, zu betrachten; die Kraft, die Quantität der Materie und die Geschwindigkeit. Lassen Sie uns sehen, wie wir davon urtheilen können: allein erinnern Sie sich, daß wir von diesen Dingen keinen absoluten Begrif haben, und daß wir niemals anders als durch Vergleichung eines Körpers mit einem andern davon urtheilen werden.

Jede Ursache ist ihrer Wirkung gleich. Wenn man nur ein wenig über die Ideen von Ursache und Wirkung nachdenkt, so wird man sich von dieser Wahrheit überzeugen. Wenn Sie die Wirkung größer annähmen; so würde das, was in der Wirkung die Ursache überträfe: eine Wirkung ohne Ursache seyn: wenn Sie die Ursache größer annähmen, so würde das, was in der Ursache die Wirkung überträfe, eine Ursache ohne Wirkung, folglich keine Ursache mehr seyn.

Wenn man nun sagt, daß die Ursache ihrer Wirkung gleich sey, so ist es eben so viel als wenn man in andern Ausdrücken sagte, daß die Kraft der Bewegung gleich ist.

Nun ist es einerley, einen Körper bewegen oder alle seine Theile zugleich bewegen. Die bewegende Kraft theilt sich also unter alle seine Theile aus, und vervielfältiget sich, wie sie.

Wenn daher A, das eine doppelte Masse, das ist, zweymal so viel Materie hat als B, in eben derselben Zeit eben denselben Raum durchlauft, so wird es eine Kraft haben, die zweymal so groß ist als die Kraft von B.

Allein wenn die Wirkung nicht eben dieselbe ist, in dem Fall da Körper, die der Masse nach ungleich sind, in eben derselben Zeit gleiche Räume durchlaufen; so ist sie auch nicht eben dieselbe, in dem Fall da Körper, die der Masse nach gleich sind, in eben derselben Zeit verschiedene Räume durchlaufen.

Wenn A das dem B der Masse nach gleich ist, in einer Secunde vier Ruthen durchläuft, während das B nur zwey durchläuft, so ist die Wirkung von A zweymal so groß als die von B. A hat also eine doppelte Kraft.

Wir können also von der Kraft nach der Masse und dem in einer gegebenen Zeit durchlaufenen Raum urtheilen. Wenn die Masse doppelt und der Raum doppelt ist, so wird die Kraft viermal so groß seyn, denn die Masse erfordert eine doppelte Kraft und der Raum erfordert eine doppelte Kraft.

Die Bewegung, wodurch ein Körper in einer gewissen Zeit einen gewissen Raum durchläuft, ist das was man seine Geschwindigkeit nennt. Wenn die Masse und die Geschwindigkeit des Körpers doppelt sind, so wird seine Kraft viermal so groß seyn. Dieser Satz ist mit dem vorhergehenden einerley.

Wir wollen ihn noch anders ausdrücken und sagen: **die Kraft ist das Produkt aus der Masse in die Geschwindigkeit.** [Der Verfasser sagt hier nichts von den Streitigkeiten, die sich ehmals zwischen den Leibnitzianern und Newtonianern über die Art, die Kraft eines Körpers zu messen, erhoben haben. Allein er hätte doch, dünkt mich, seinem Zögling folgende Fragen vorlegen können: würde eben dieselbe Kanonenkugel, wenn sie in gleicher Zeit einen doppelten Raum durchliefe, oder wenn sie eine doppelte Geschwindigkeit, gerad eine doppelte Wirkung hervorbringen, das ist zum Exem-

pel eine zweymal festere Mauer niederschiessen? Wäre es nicht möglich, daß sie mit einer doppelten Geschwindigkeit eine viermal festere Mauer niederschösse? Es ist gewiß, daß man daraus, daß ein Körper in gleicher Zeit einen doppelten Raum durchläuft, nichts bestimmtes auf seine Wirkung schliessen kann: man sieht nicht einmal auf eine evidente Art, daß er eine größere Wirkung hervorbringen muß. Die Erfahrung allein muß hier zu Rath gezogen werden.]

Wie wir von der Geschwindigkeit urtheilen.

Die Geschwindigkeit ist gröser in dem Verhältnis wie der in einer gegebenen Zeit durchlaufene Raum größer ist. Wenn A in einer Secunde 4 Toisen und B nur 2 Toisen durchläuft, so hat A eine doppelte Geschwindigkeit.

Wenn die Geschwindigkeit eben dieselbe ist, so wird der durchlaufene Raum desto größer seyn, je länger der Körper in Bewegung seyn wird. In diesem Fall durchläuft A in 2 Secunden einen zweymal so großen Raum als B in einer Secunde.

Verhältnis, die zwischen den Räumen Statt findet, die von zwey Körpern durchlaufen werden.

Wenn A mit einer doppelten Geschwindigkeit sich während einer doppelten Zeit bewegt, so wird der durchlaufene Raum viermal so groß seyn.

Die durchlaufenen Räume sind also unter sich wie die Produkte aus den Zeiten in die Geschwindigkeiten; dieß drückt man auch so aus: die Räume sind in einer zusammengesezten Verhältnis der Zeiten und der Geschwindigkeiten.

Wenn Sie einmal die Verhältnis des Raumes zu der Geschwindigkeit und der Zeit wissen, so dörfen Sie nur den Raum und die Geschwindigkeit kennen, um die Zeit zu entdecken, oder den Raum und die Zeit kennen, um die Geschwindigkeit zu entdecken. Es sey zum Exempel der Raum 12, die Geschwindigkeit 4, so dividiren Sie 12 durch 4, und die Zeit wird 3 seyn.

Viertes Kapitel.

Von der Schwere.

Attraction, unbekannte Ursache der Schwere.

Wenn Sie aufhören, einen Körper, den Sie in der Hand haben, zu halten, so fällt er, und Sie können dieses Phänomen bey allen Körpern, die nahe bey der Erde sind, bemerken. Alle fallen, wenn ihnen keine Hindernis im Wege steht. Nun ist diese Richtung das, was man Schwere nennt. Diese

Wirkung hat zur Ursache eine Kraft, die wir nicht kennen, und der wir den Namen Attraction geben wollen, weil wir annehmen, daß ein Körper nur darum fällt, weil er gegen den Mittelpunkt der Erde gezogen wird.

Was man durch Gewicht versteht.

Wir verstehen durch Gewicht die Quantität der Kraft, mit der ein Körper sich niedersenkt.

Das gesammte Gewicht eines Körpers ist nichts anders als die Summe der Gewichte aller Theilchen, woraus er besteht. Diese vereinigten oder abgesonderten Theilchen haben jedes einerley Gewicht; und dieser Körper kann nicht anders sinken, als wie sie alle, jedes ins besondere, sinken würden.

Die Gewichte verhalten sich wie die Maßen.

Folglich verhalten sich die Gewichte zweyer Körper wie ihre Maaßen, das ist, wie die Quantität der Materie, die sie enthalten.

Die Körper sollten mit einerley Geschwindigkeit fallen.

Hieraus folgt, daß alle Körper mit einerley Geschwindigkeit fallen würden, wenn sie keinen Widerstand fänden; und die Erfahrung bestätiget dieß. In dem leeren Raum der Luftpumpe fällt ein Stück Gold und eine Feder zu gleicher Zeit herab. Man lasse die.

Luft durch den Cylinder wieder in die Glocke, so sinkt die Feder langsamer herab, weil sie mehr Widerstand findet.

Allein der Widerstand der Luft verursacht einen Unterschied in der Geschwindigkeit ihres Falles.

Die Schwere der Luft ist die Ursache dieses Phänomens; denn da die Luft schwer ist, wie man es Ihnen beweisen wird, so begreifen Sie, daß die Feder nicht anders sinken kann als indem sie die Luft, die unter ihr ist, verdringt, und dieselbe rund um sich herum empor treibt. Nun muß ein fallender Körper um so mehr Luft verdringen, je größer sein Umfang, das ist, je gröſser der Raum ist, den er einnimmt.

Eine Feder hat also einen größern Widerstand zu überwinden als ein Stück Gold. Sie muß daher langsamer fallen. [Diese Erklärung hat nicht die gehörige Genauigkeit. Nicht bloß darum, weil die Feder mehr Luft zu verdringen hat, als das Stück Gold, fällt sie langsamer, denn so würde ein größeres Stück Gold langsamer fallen als ein kleineres, welches wider die Erfahrung ist: sondern sie fällt darum langsamer, weil ihre Maße in Verhältnis mit ihrem Volumen kleiner ist als die Maße des Goldes in Verhältnis mit seinem Volumeu; oder weil die Feder unter einerley Volumen weniger Maße enthält als das Gold. So

wird, wenn man zwo Kugeln von gleichem Durchmesser, eine goldene und eine silberne, im Wasser sinken läßt, die goldene vor der silbernen auf dem Grund anlangen.]

Wie die Attraction wirkt, die man in allen Theilen der Materie beobachtet.

Die Attraction, die Sie immer als die unbekannte Ursache der Schwere anzusehen haben, wird in allen Theilen der Materie beobachtet. Warum ist zum Exempel ein Tropfen Wasser kugelrnnd? Darum weil alle Theile sich wechselsweise und mit gleicher Kraft anziehen, müssen sie sich in der Ordnung, in der sie sind, in der kleinsten Entfernung von einander zusammen fügen. Dieß aber kann nicht anderst geschehen als indem alle Punkte der Oberfläche sich in gleiche Entfernungen vom Mittelpunkte stellen, und alle nach diesem gemeinschaftlichen Mittelpunkte streben.

Sie werden diese Attraction auf eine sehr merkliche Art wahrnehmen, wenn Sie zween Tropfen Wasser einander nähern: denn kaum werden sie sich berühren, so werden sie in einen zusammen fliessen.

Sie werden ein gleiches bey den Tropfen geschmolzener Metalle beobachten, woraus Sie schliessen werden, daß alle ihre Theile sich wechselsweise anziehen.

Wenn diese Tropfen auf einer ebenen Fläche, die sie berühren, platt werden, so ist dieß eine Wirkung der Attraction dieser Fläche.

Stellen Sie sich die Erde und die Planeten als eben so viel Wassertropfen vor, so werden Sie begreifen, wie alle Körper, woraus sie formirt sind, und alle die, die in einer gewissen Entfernung von ihrer Oberfläche sind, gegen einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt gezogen werden. Sie werden muthmassen, daß, wenn zween Tropfen sich berühren müssen, um einander anzuziehen, die Planeten, die eine unendlich größere Maße haben, sich in einer größern Entfernung anziehen müssen.

Sie werden daher in allen Körpern eine wechselseitige Attraction annehmen, so wie Sie dieselbe in allen Theilen eines einzigen Körpers annehmen; und Sie werden nach der Analogie urtheilen, daß alle in dem Weltgebäude verbreiteten Körper und Körperchen einander anziehen. Dieß ist es, was man die allgemeine Schwere nennt.

Wenn Sie diese Attraction nicht immer zwischen allen Körpern, die auf der Oberfläche der Erde sind, wahrnehmen, so kommt dieses daher, weil die Erde unendlich mehr Materie hat, und sie da-

her so stark anzieht, daß ihre wechselseitige Attraction unmerklich wird.

Es giebt Philosophen, die diese Attraction verwerfen: das thun die Cartesianer. Die Ursache, die sie angeben, ist, daß man sich keinen Begrif davon machen kann. Sie bemühen sich daher, die Phänomene durch die Impulsion zu erklären, und sie merken nicht, daß die Impulsion eine eben so unbekannte Ursache ist. Die Newtonianer hingegen verwerfen nicht schlechterdings die Impulsion: sie sagen bloß, daß sie nicht begreifen, wie sie die Phänomene hervorbringen würde. Allein es ist nicht nöthig, sich in diesen Streit einzulassen: es ist genug für Sie, die Beobachtungen, die man gemacht hat, zu bemerken, und zu urtheilen, ob sie alle übereinstimmen die Attraction zu beweisen.

Fünftes Kapitel.

Von der zunehmenden Geschwindigkeit der fallenden Körper.

Raum, den ein Körper in der ersten Secunde durchläuft. Fig. 8.

Man beobachtet daß ein fallender Körper in der ersten Secunde eine englische Ruthe oder ungefehr fünfzehn französische Fusse durchläuft: er fällt zum Exempel von A bis nach B.

Was man hiebey annehmen könnte.

Wenn man nun die Kraft, die ihn von A nach B sinken macht, als eine Impulsion oder als einen Stoß betrachtet, der ihm im Anfang seines Falles gegeben worden ist, und annimmt, daß er keinen andern Stoß bekommt, so wird er fortfahren, von einer Secunde zur andern durch die gleichen Räume B c, c d, d E, E f u. s. f. zu sinken, und die Anzahl der durchlaufenen Räume wird der Anzahl der Secunden gleich seyn.

Allein so sinkt er nicht, und man sieht, daß er von einer Secunde zur andern schneller fällt. Wir haben uns also betrogen, da wir annahmen, daß er keinen neuen Stoß bekomme.

Anders Voraussezung.

In der That, wenn die Schwere, die den Körper nach B fallen macht, in A als ein erster Stoß betrachtet werden kann, so muß sie in B als ein zweyter Stoß angesehen werden, weil sie fortfährt, in B eben die Schwere zu seyn, wie in A. Wir werden also urtheilen, daß der Körper in B einen zweyten Stoß bekommt, der dem ersten gleich ist. Nun müssen zween gleiche Stösse machen, daß er einen doppelten Raum durchlauft. Er wird daher von B bis nach d in eben der Zeit fallen, in der er von A bis nach B gefallen ist; und wenn er keine neuen Stösse mehr be-

käme, so würde er fortfahren, von einer Secunde zur andern Räume wie d f, f h zu durchlaufen, wovon jeder dem Raum B d gleich wäre.

Allein wie er in B im Anfang der zweyten Zeit einen zweyten Stoß bekommen hat, so bekommt er einen dritten in d, wo die dritte Zeit anfängt. Er wird daher einen Raum durchlaufen, der dreymal so groß ist als A B: er wird in der dritten Secunde von d bis nach g sinken; und die durchlaufenen Räume werden sich verhalten wie die Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, u. s. f.

Dieß würde eine einförmig-beschleunigte Bewegung seyn; und da wir geneigt sind zu glauben, daß alles auf eine einförmige Art geschieht, so würden wir bald in die Versuchung gerathen, anzunehmen, daß die Bewegung auf solche Art in den fallenden Körpern beschleuniget wird. Allein auch dieß würde ein Irrthum seyn, und die Beobachtung, die unsere einzige Führerin seyn soll, weiset uns, daß die Bewegung nach einer andern Verhältnis zunimmt: denn der Körper fällt von A bis nach k in drey Secunden, ob er wohl nach unserer Voraussetzung nur bis nach g fallen sollte Fig. 8. [Der Verfasser irrt sich, so wie die meisten Physiker, wenn er sagt, die Beobachtung lehre uns, daß die Räume, die die fallenden Kör-

per durchlaufen, sich nicht verhalten wie die Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, u. s. f. Es ist wahr, ein Körper, der in einer Secunde den Raum 1 durchläuft, durchläuft in der zweyten Secunde einen größern Raum als 2, in der dritten einen größern als 3 u. s. f. Dieß kann aber daher kommen, weil der Körper von der schwermachenden Kraft in einer Secunde eine sehr große Menge Stösse oder Schläge bekommt. Man setze die Anzahl der Schläge, die ein Körper von der schwermachenden Kraft in einer Secunde bekommt, sey n, und die Schläge folgen in gleichen Zeiten auf einander, so werden, wenn der im ersten Zeittheilchen durchlaufene Raum 1 ist, die in den folgenden Zeittheilchen durchlaufenen Räume sich verhalten wie die Zahlen 2, 3, 4, 5, u. s. f. und die Anzahl aller Räume wird seyn $1 + 2 + 3 + 4 + 5 \ldots + n$, das ist, wenn man diese Reyhe summirt, $(1 + n) \times \frac{n}{2} = \frac{n + nn}{2}$, welches den in der ersten Secunde durchlaufenen Raum ausdrückt. Eben so wird der in den zwo ersten Secunden durchlaufene Raum seyn $1 + 2 + 3 + 4 + 5 \ldots + 2n$ das ist $(1 + 2n) + n = n \times 2nn$. Der in der ersten Secunde durchlaufene Raum wird sich also zu dem in den zwo ersten Secunden durchlaufenen Raume verhalten wie $n + \frac{nn}{2}$ zu $n + 2nn$,

oder

oder wie n + n n zu 2 n + 4 n n, oder wie 1 + n zu 2 + 4 n. Wenn nun n eine etwas große Zahl ist, das ist, wenn der Körper in einer Secunde eine große Anzahl Schläge bekommt, so ist die Verhältnis 1 + n : 2 + 4 n beynahe der Verhältnis 1 : 4 gleich, das ist, die Räume verhalten sich ohngefehr wie die Quadrate der Zeiten. Weil nun der Körper, der in der ersten Secunde den Raum 1 durchläuft, in den zwo ersten Secunden den Raum 4 durchläuft, so muß er in der zweyten Secunde den Raum 3 durchlaufen. Eben so wird man finden, daß er nach unserer Voraussetzung der einförmig beschleunigten Bewegung in der dritten Secunde den Raum 5, in der vierten den Raum 7 u. s. f. durchlaufen muß: welches der Erfahrung gemäß ist. Bey unsern Beobachtungen und Experimenten können wir wirklich nicht mit Genauigkeit bestimmen, ob die Verhältnis 1 : 4 vollkommen Statt findet. Man setze n = 100, welches gar wohl möglich ist; so ist, 1 + n : 2 + 4 n = 101 : 402, und der in den zwo ersten Secunden durchlaufene Raum ist ohngefehr $\frac{3}{10}$ eines Pariser Fusses kleiner als er nach der Verhältnis der Quadrate der Zeiten seyn sollte. Nun ist es bey unsern Experimenten, wenn sie nicht mit der größten Sorgfalt angestellt werden, schon sehr schwer, einen Fehler zu verhüten, der weiter nicht als

$\frac{3}{10}$ eines Pariser Fusses beträgt; und wenn man $n = 1000$ sezt, so wird sich die Verhältnis $1 + n : 2 + 4n$ der Verhältnis 1 : 4 noch mehr nähern, und es würde unmöglich seyn, durch Experimente mit Gewißheit zu bestimmen, ob die Verhältnis 1001 : 4002, oder die Verhältnis 1 : 4 Statt findet. Da wir nun nicht wissen mit welcher Geschwindigkeit die Schläge der schwermachenden Kraft auf einander folgen, so können wir n so groß annehmen als wir wollen. Ist die Wirkung dieser Kraft ununterbrochen (continua,) welches aber noch nicht erwiesen ist; so ist n unendlich groß, und die Verhältnis 1 : 4 ist vollkommen richtig.]

Wir haben angenommen, daß wann der Körper bey dem Punkt B ist, die Schwere ihm einen zweyten Stoß giebt, der dem, den sie ihm bey dem Punkt A gegeben hat, gleich ist: und wir haben den Schluß gemacht, daß er von B bis nach d in eben der Zeit fällt, in der er von A bis nach B gefallen ist.

Wie die Schwere wirkt. Hiebey haben wir angenommen, daß die Schwere nur durch Intervalle und bloß im Anfang jeder Secunde wirkt: allein diese Voraussetzung ist falsch. [Der Leser bemerke, daß die Schwere oder die schwermachende Kraft durch Intervalle wirken kann, wenn sie auchnicht bloß von einer Secunde zur andern wirkt. Die Intervalle

können Terzen oder sonst andere Zeittheilchen seyn. Die Erfahrung und die Experimente sagen uns hierüber nichts bestimmtes. — Doch wir wollen dem Verfasser nach seinem willkührlich angenommenen Satze folgen.] Da ein Körper nicht aufhört schwer zu seyn, so hört die Schwere nicht auf zu wirken. Sie hat also eine stetige Wirkung, oder eine Wirkung, die in jedem Theil von jeder Secunde ohne Zeit-Intervalle wiederholt wird, und die folglich die Bewegung in jedem Augenblicke beschleuniget. Der Körper bekommt also im Anfang seines Falles nicht auf einmal den Stoß, der ihn in einer Secunde bis nach B fallen macht: er bekommt diesen Stoß nach Theilen und auf eine successive Weise; und fällt von A bis nach B durch eine beschleunigte Bewegung.

Letzte Voraussetzung. Allein darum weil wir uns das Gesetz dieser Beschleunigung in einem so kurzen Zeitraume nicht denken können, betrachten wir die Schwere als wenn sie nur im Anfang des Falls wirkte, und wir nehmen an, der Stoß, der den Körper von A bis nach B fallen macht, sey auf einmal gegeben worden.

Eben so nehmen wir an, daß wann der Körper anfängt, von dem Punkt B an zu fallen, er auf einmal einen zweyten Stoß bekommt, der dem er-

sten gleich ist; und weil diese zween Stösse nicht zureichen, ihn so viel fallen zu machen als die Beobachtung lehret, so bleibt nichts übrig als anzunehmen daß er im Fallen noch einen dritten Stoß bekommt, der jedem der zween andern gleich ist.

In welcher Verhältnis die Kraft, die dem Körper von der Schwere eingedrückt worden ist, zunimmt. Fig. 8.

Da nun der erste Stoß gemacht hat, daß der Körper in der ersten Zeit den Raum A B durchlaufen hat, so müssen drey Stösse, deren jeder dem ersten gleich ist, machen, daß der Körper in der zweyten Zeit einen Raum durchläuft, der dreymal so groß ist als A B. Der Körper wird also bis nach E fallen. [Der Verfasser macht hier Voraussetzungen, die den Gesetzen der Bewegung zuwider sind. Da nemlich der Körper durch den ersten Stoß von A bis nach B gefallen ist, so würde er, **ohne einen neuen Stoß zu bekommen**, in gleicher Zeit von B nach c fallen: denn die durch den ersten Stoß eingedrückte Bewegung hört in der zweyten Zeit nicht auf. Bekommt er also, wie der Verfasser vorausseżt, in B einen neuen Stoß, so wird er in gleicher Zeit von B bis nach d fallen, und wenn er im Fallen noch einen Stoß bekommt, so wird er in der zweyten Zeit schon bis nach E fallen.]

Allein da er in der zweyten Zeit zween neue Stösse bekommt, so kann ich annehmen, daß er in der dritten wiederum zween neue Stösse bekommen werde. Er wird also durch fünf Stösse bewegt werden und bis nach k fallen.

Endlich kann ich annehmen, daß die Anzahl der Stösse in jedem Zeitraume um zwey zunimmt, und daß sie sich von einer Secunde zur andern wie die Zahlen verhalten 1, 3, 5, 7, 9 u. s. w. Die durchlaufenen Räume werden sich also nach eben dieser Verhältnis richten. Und dieß wird durch die Erfahrung bestätiget. Die Erfahrung stimmt folglich mit unserer Voraussetzung überein. [Ich wiederhole es: die Art, wie der Verfasser die Verhältnis erklärt, nach der sich die fallenden Körper richten, ist falsch, wenigstens verworren. Man weiß nicht recht, ob er annimmt, daß der Körper in der zweyten Secunde zween, oder ob er annimmt, daß er drey neue Stösse bekommt. Der Körper wird offenbar bloß durch die ihm mitgetheilte Bewegung in der zweyten Secunde von B bis nach c fallen. Nun bekommt er in B einen neuen dem vorigen gleichen Schlag; er wird also in einer Secunde bis nach d fallen: er hat also eine Geschwindigkeit, mit der er in einer Secunde den Raum B d durchlaufen würde. Bekommt er nun nach Verfluß der halben Secunde in c einen neuen dem

vorigen gleichen Schlag; so hat er eine Geschwindigkeit, mit der er in einer Secunde den Raum c d E f durchlaufen würde: da er aber nur noch eine halbe Secunde fallen soll, so ist klar, daß er sich nach Verfluß der zweyten Secunde in der Mitte von d E befinden würde. Man sieht hieraus, daß es sehr unbestimmt gesprochen ist, wenn man sagt: **der Körper bekommt in der zweyten Secunde zween, drey u. s. f. neue Schläge.** Es kommt darauf an, **wann** und **wo** er den neuen Schlag bekommt. Die Art, wie ich oben das Gesetz der fallenden Körper gefunden habe, ist sehr simpel, und enthält nichts, das den allgemeinen Gesetzen der Bewegung nicht gemäs wäre.]

Bloß um unserer Einbildungskraft zu Hülfe zu kommen, unterscheiden wir die Stösse, und stellen uns dieselben vor als wenn sie in der Verhältnis der Zahlen 1, 3, 5, 7, 9 u. s. w. zunähmen: wie der Körper den ersten Stoß auf eine successive Weise bekam, indem er von A bis nach B sank, so bekommt er auch die folgenden zween neue Stösse, die zu dem ersten hinzukommen, auf eine uecessive Weise. Allein wann der Körper in E ist, so ist die Kraft der Stösse die er bekommen hat, der Kraft der drey Stösse gleich, die wir angenommen haben, und es liegt im Grund wenig daran, ob jeder ihm nach und nach und auf eine

successive Weise, oderob sie ihm alle zu drey wiederholten malen, und jeder auf einmal, gegeben worden sind. [Hier endigt sich die Erklärung, die der Verfasser von dem Gesetze der fallenden Körper zu geben sucht. Er sagt weiter unten in einer Anmerkung, daß sie von ihm herrühre, und anderswoher wissen wir, daß er ein Metaphysikus ist: wir dürfen uns also nicht wundern, wenn er sich in einer so delicaten Materie, über die er vielleicht nicht genug nachgedacht hatte, geirret hat. Allein wenn ich diese Lehre einem Prinzen vorzutragen hätte, der nicht genug mathematische Kenntnisse hätte, um sie gründlich zu verstehen; so würde ich ihm schlechthin sagen, daß man durch sehr sorgfältig angestellte Experimente gefunden hat, daß ein fallender Körper in der ersten Secunde ohngefehr 15 Pariser Fuß, in der zweyten Secunde ohngefehr 3 mal 15, in der dritten ohngefehr 5 mal 15 Pariser Fuß u. s. w. durchlaufe. Wäre er alsdann nach einer Erklärung lüstern, so würde ich ihn zur Geduld weisen, bis er mehr gelernt haben würde.]

Eben so geschieht es, um unserer Einbildungskraft zu Hülfe zu kommen, wenn ich die Wirkung der Schwere als einen Stoß und nicht als eine Attraction betrachte: denn] mit der Idee einer stossenden Kraft sind wir vertrauter als mit der Idee einer anziehenden Kraft.

Allein die Art, wie wir hier über die zunehmende Geschwindigkeit der fallenden Körper raisonnirt haben, ist im Grunde weiter nichts als der Uebergang von einem Versuche zum andern. Wir machten eine Hypothese und sahen, daß wir uns betrogen: wir machten eine zweyte, um die erste zu verbessern, und so giengen wir von einer zur andern über, bis wir eine fanden, die mit der Beobachtung übereinstimmte.

Hier haben Sie ein Beyspiel von der Methode, zu der wir oft bey dem Studium der Natur verurtheilt sind. Da wir nicht allezeit gleich beym erstenmale mit Genauigkeit beobachten können, und noch weniger im Stande sind, zu errathen; so gehen wir von Voraussetzungen zu Irrthümern, und von Irrthümern zu Voraussetzungen, bis wir endlich das, was wir suchen, gefunden haben.

So sind überhaupt die Entdeckungen gemacht worden. Man hat müssen Hypothesen, und oft falsche Hypothesen machen; dergleichen Irrthümer hatten ihren Nutzen, weil, indem sie die Beobachtungen andeuteten, die man zu machen hatte, sie zur Wahrheit führten.

Allein wann eine Wahrheit gefunden ist, so sind es nicht mehr die Voraussetzungen, die dieselbe beweisen, sondern ihre Uebereinstimmung mit der Beobachtung, oder vielmehr die Beobachtung ist es allein. Wenn die Phänomene das Gesetz nicht bewiesen, nach dem sich die zunehmende Geschwindigkeit der fallenden Körper richtet, so würden die Folgerungen, die wir aus einem so unbekannten Principium, dergleichen die Schwere ist, zögen, wenig Gewißheit haben.

Gesetz der zunehmenden Geschwindigkeit der fallenden Körper.

Es ist also mehr durch die Beobachtung als durch unsere Vernunftschlüsse bewiesen, daß die Bewegung eines fallenden Körpers so zunimmt, daß die in gleichen Zeiten durchlaufenen Räume sich verhalten wie die Zahlen 1, 3, 5, 7 u. s. w.

Die Summe der Räume ist dem Quadrate der Zeiten gleich.

Ist dieses Gesetz bekannt, so sehen Sie daß zwischen den Zeiten, und den durchlaufenen Räumen eine Verhältnis ist, und Sie werden leicht bemerken, daß die Summe der Räume dem Quadrate der Zeiten, das ist, der Zahl der Zeiten, mit sich selbst multiplicirt, gleich ist. Ein Körper zum Exempel der während vier Secunden fällt, durchläuft einen 16 mal so großen Raum als wenn er nur eine Secunde lang fiele, denn 16 ist die Quadratzahl von 4.

Wie man erkennen kann, zu welcher Höhe ein geworfener Körper gestiegen ist.

Sie werden ferner bemerken, daß wann ein Körper in die Höhe geworfen wird, die Schwere seine Geschwindigkeit nach eben der Verhältnis vermindern muß, nach der sie die Geschwindigkeit eines fallenden Körpers vermehrt. Wenn in der ersten Secunde der steigende Körper den Raum 7 durchläuft, so wird er in der zweyten den Raum 5, in der dritten den Raum 3, in der vierten den Raum 1 durchlaufen. Der steigende Körper verliert nemlich in einem gleichen Zeitraum eben so viel von seiner Bewegung als er im Fallen erlangt haben würde.

Hieraus können Sie finden, wie hoch ein geworfener Körper, zum Exempel eine Bombe gestiegen ist. Sie dörfen nur die Anzahl der Secunden beobachten, die von dem Augenblick an, da man das Pulver in dem Mörser anzündete, bis zu dem Augenblick da die Bombe fällt, verflossen sind, so wird die Hälfte dieser Zahl die Zeit des Fallens anzeigen. Nun haben wir gesehen, daß die durchlaufenen Räume sich wie die Quadrate der Zeiten verhalten: gesetzt die Zeit des Falles sey 10 Secunden, so wird der Körper, da er in der ersten Secunde ohngefehr 15 Pariser Fuß durchlauft, in 10 Secunden 100 mal 15 das ist 1500 solcher Fusse durchlaufen haben.

Sechstes Kapitel.

Von der Wage.

Fig. 9.

Wenn eine Linie sich um ihren Mittelpunkt bewegt, so verhalten sich die Geschwindigkeiten von jedem Punkte wie ihre Entfernungen vom Mittelpunkt.

Man nehme die Linie AB und zeichne auf ihr mehrere Punkte in gleichen Entfernungen vom Mittelpunkt. Wenn diese Linie sich um ihren Mittelpunkt bewegt, so werden die Punkte Bogen beschreiben, die sich wie die Entfernungen verhalten werden. Diese Bogen sind die Räume, die von allen Punkten in gleicher Zeit durchlaufen werden.

Nun haben wir gesehen, daß die durchlaufenen Räume das Product aus der Zeit in die Geschwindigkeit sind: folglich da die Zeit für alle Punkte einerley ist, so verhalten sich die Geschwindigkeiten wie die Räume, mithin wie die Entfernungen vom Mittelpunkt

Die Kraft der an diesen Punkten hangenden Körper verhält sich wie das Product aus der Masse in die Entfernungen.

Lassen Sie uns an diese Punkte Körper hängen. Sie wissen, daß die Kraft das Product aus der Masse in die Geschwindigkeit ist, und Sie haben so eben gesehen

daß die Geschwindigkeiten hier wie die Entfernungen sind. Die Kraft womit jeder dieser Körper niedersinken wird, wird sich also wie das Product aus seiner Masse in seine Entfernung verhalten.

Fig. 10.

Fall wo ein Gleichgewicht Statt findet.

Lassen Sie uns zween Körper von gleicher Masse nehmen, die in den Punkten 10 von dem festen Punkte gleich weit abstehen; so werden sie mit gleicher Kraft auf einander wirken. Der Körper A wird den Körper B eben so stark, als der Körper B den Körper A hinaufziehen. Folglich wird keiner weder steigen noch sinken. Dieß ist der Fall des Gleichgewichtes.

Wenn wir die Masse von A um die Hälfte vermindern, und A zum Exempel an den Punkt 6, B aber an den Punkt 3 hängen, so daß A zweymal so weit entfernt ist als B; so wird die Vermehrung der Entfernung ihm dasjenige an Kraft ersetzen, was es durch die Verminderung seiner Masse verlohren hat. Das Gleichgewicht wird also auch hier Statt finden.

Die auf diese Art angehängten Körper heissen Gewichter. Die Gewichter sind also im Gleichgewicht, wann sie gleich, und in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte sind; oder wann sie ungleich

sind, die Masse des größern aber sich zur Masse des kleinern verhält wie die Entfernung des kleinern zur Entfernung des größern. Hat B zur Masse 6, und A zur Masse 3, so werden A und B nur alsdann im Gleichgewichte seyn, wann B in der Entfernung 3, A in der Entfernung 6 seyn wird.

Fall wo das Gleichgewicht aufhört.

Hieraus folgt, daß in dem Fall des Gleichgewichtes das Product aus den Gewichtern in die Entfernung von beyden Seiten gleich ist; und daß das Gleichgewicht gestört wird, wann die Producte verschieden sind. Das Product ist einerley, man mag die Masse 3 mit der Entfernung 6, oder die Masse 6 mit der Entfernung 3 multipliciren, und A und B werden im Gleichgewicht seyn. Allein wenn man die Entfernung des einen änderte, so würden die Producte nicht mehr eben dieselben seyn, und das Gleichgewicht würde aufhören.

Sie sehen also, daß die Kräfte sich wie die Producte verhalten. Wenn A, ein vierpfündiges Gewicht, an der vierten Abtheilung hängt, so wird es mit dem sechszehnpfündigen Gewicht, das ich an die erste hänge, einerley Kraft haben; weil 1 mit 16 multiplicirt gleich 16 ist, so wie 4 mit 4 multiplicirt gleich 16 ist. Wenn wir A der zweyten Abtheilung nähern, so wird seine Kraft sich zur

Kraft von B verhalten wie 8 zu 16, weil 2 mit 4 multiplicirt gleich 8 ist. Das Gleichgewicht wird also aufhören.

Mehrere Körper im Gleichgewicht mit einem einzigen.

Sie können hieraus abnehmen, daß mehrere Gewichter mit einem einzigen im Gleichgewicht seyn können. A wäge zum Exempel 2 Pfund, und seine Entfernung sey 3; B wäge 4, und seine Entfernung sey 5, C wäge 3, und seine Entfernung sey 6; so haben wir

2 mit 3 multiplicirt ist gleich . . . 6
4 mit 5 multiplicirt ist gleich . . 20
3 mit 6 multiplicirt ist gleich . . 18

Summe . . . 44

Alle diese Körper werden mit einem Gewicht von 44 Pfund, das an der ersten Abtheilung hängt, im Gleichgewicht seyn.

Die Kraft eines Gewichtes ist in zusammengesezter Verhältnis des Gewichtes und einer Entfernung.

Diese solchermassen abgetheilte Linie stellt eine Wage vor. Die Kraft eines an einer Wage angehängten Gewichtes verhält sich also wie das Product aus dem Gewicht in die Entfernung. Das drückt man auch so aus: die Kraft ist in zusammengesezter Verhältnis des Gewichtes und der Entfernung.

Zween Körper im Gleichgewichte drücken auf einerley Schwerpunkt.

Eine Folge aus allen diesen Beobachtungen ist, daß zween Körper im Gleichgewicht beyde auf einerley Schwerpunkt drücken; und daß sie folglich nur sinken können, in so fern dieser Mittelpunkt sinkt.

Alle Theile einer Kugel sind um einen Mittelpunkt herum. im Gleichgewicht.

Hieraus ist begreiflich, warum eine auf eine horizontal Ebene gelegte Kugel unbeweglich bleibt, ob sie schon nur auf einem Punkte ruht. Das kann nicht anderst seyn, indem der Schwerpunkt, um den alle Theile im Gleichgewichte sind, auf dieser Ebne ruht.

Fände das Gleichgewicht nicht Statt, so würde die Kugel sich umdrehen, bis der Schwerpunkt so weit gesunken wäre, als es möglich ist.

Das ganze Gewicht eines Körpers ist in seinem Schwerpunkte gleichsam vereiniget.

Hieraus werden Sie schliessen, daß ein Körper auf dem Punkte ruht, worauf sein Schwerpunkt ruht; und Sie werden sich die ganze Kraft, womit der Körper gegen die Erde zu sinken strebt, so vorstellen, als wenn sie in diesem Mittelpunkte vereiniget wäre.

Richtung des Schwerpunktes.

Die Richtung des Schwerpunktes ist lothrecht, das ist,

sie fällt senkrecht auf dem Horizont, und verlängert sich im Mittelpunkt der Schwere der Erden.

Fig. 11. Fall eines Körpers auf einer schiefen Ebne.

Wenn sie einen Körper auf eine schiefe Ebne legen, so begreifen Sie, daß er fallen wird, weil der Widerstand, den ihm die Ebne entgegensezt, nicht in einer Richtung wirkt, die der Richtung des Schwerpunkts gerad entgegengesezt ist. Der Widerstand wirkt bloß in einer schiefen Richtung, und kann folglich bloß einen langsamern Fall verursachen.

Fig. 11.

Wann ein Körper auf eine schiefe Fläche gelegt wird, so geht die Richtung des Schwerpunktes entweder durch seine Grundfläche, oder sie fällt ausserhalb seiner Grundfläche. Im ersten Fall wird er hinabschleifen, im andern wird er sich hinabwälzen.

Unterschied zwischen dem Schwerpunkt und dem Mittelpunkt der Größe.

Ich will Ihnen noch zu bemerken geben, daß der Schwerpunkt mit dem Mittelpunkt der Größe nicht immer einerley ist. Diese zween Mittelpunkte sind nur alsdann vereiniget, wann ein Körper regulär und gleichartig ist. Da zween an einer Waage angehängte Körper nur, wenn sie gleich sind, ihre Schwerpunkte in einer gleichen Entfernung haben können; so werden die Theile

eines

eines Körpers um den Mittelpunkt der Größe herum, nur alsdann im Gleichgewichte seyn, wenn die Masse und die Entfernung zwischen den gleichliegenden Theilen einerley sind. Nun aber kann dieses nur in einem regulären und gleichartigen Körper Statt finden.

In allen Sätzen dieses Kapitels fällt die Identität von einem zum andern in die Augen. Sie sind daher durch die Evidenz der Vernunft bewiesen.

Wie nun alle diese Sätze nichts anders sind, als ein einziger in verschiedenen Ausdrücken abgefaßter Satz; so sind der Hebel, das Rad, die Scheibe und die andern Maschinen, wovon wir reden werden, nichts anders als eine auf verschiedene Art verfertigte Wage. Sie dürfen sich also nur die Beobachtungen, die wir über die Wage gemacht haben, recht einprägen, um bey der blossen Lesung der folgenden Kapitel zu verstehen, wie wir von dem Hebel, von dem Rad u. s. w. handeln werden: im Gegentheil je weniger man die Wage kennen wird, desto schwerer wird es seyn, über die andern Maschinen Vernunftschlüsse zu machen.

Siebentes Kapitel.

Von dem Hebel.

Die Maschinen sind für die Arme, was die Methoden für den Verstand sind.

Wir haben gesehen, daß, indem wir einen Satz verschiedene Formen annehmen lassen, unser Verstand Wahrheiten entdeckt, die er sonst nicht wahrgenommen hätte: eben so wird unser Arm, wenn wir die Wage auf verschiedene Art verfertigen, Lasten empor heben, denen wir sonst nicht die kleinste Bewegung hätten eindrücken können. Die Maschinen sind für die Arme, was die Methoden für den Verstand sind.

Fig. 12.
Der Hebel ist im Grund eben die Maschine wie die Wage.

Der durch die Linie AB vorgestellte Hebel liegt auf der Unterlage C, und ist nicht, wie die Stange einer Wage, aufgehängt.

Wenn man nun von dem Aufhängungs-Punkt einen Punkt der Unterlage macht, so geschieht es, um von der Stange einen neuen Gebrauch zu machen. Diese Aenderung macht also aus dem Hebel keine von der Wage verschiedene Maschine: es ist im Grund einerley Maschine, und aus eben den Grundsätzen, woraus die Wirkungen der einen er-

klärt worden sind, werden sich die Wirkungen der andern erklären lassen.

Die Grundsätze sind für den einen und für die andern einerley.

Sie begreifen, daß Sie mit einer kleinen Kraft eine beträchtliche Last empor heben werden, wenn die Entfernung Ihrer Kraft von der Unterlage sich zur Entfernung der Last verhält, wie die Last zur Kraft, die Sie anwenden; oder wenn das Product aus der Kraft in ihre Entfernung, dem Product aus der Last in ihre Entfernung gleich ist. Mit einer Kraft, die vermögend ist, ein Pfund im Gleichgewichte zu halten, werden Sie eine hundertpfündige Last empor heben, wenn die Last einen Zoll von der Unterlage entfernt ist, und Sie in einer Entfernung von hundert Zollen wirken.

Fig. 12. Man lasse die Linie A B sich auf ihrer Unterlage bewegen, so werden die durch die verschiedenen Punkte beschriebenen Bogen sich wie ihre Entfernungen verhalten. Folglich werden die Geschwindigkeiten, mithin auch die auf diese Punkte wirkenden Kräfte, gleicher Weise sich wie die Entfernungen verhalten.

Die Last D sey gleich 4, ihre Entfernung gleich 2; die Kraft, gleich 2, sey im Gleichgewichte, weil sie in der Entfernung 4 ist. Die Re-

gel ist, daß ein Gleichgewicht Statt findet, wann das Product aus der Kraft in ihre Entfernung auf der einen Seite, dem Producte aus der Last in ihre Entfernung auf der andern Seite gleich ist: oder welches einerley ist, wann D sich zu P, wie die Entfernung des Punktes P, sich zu der Entfernung des Punktes D verhält.

Mithin wird die Kraft P um so viel kleiner seyn können, je näher D bey der Unterlage seyn wird.

Man fügt mehrere Hebel an ihren Enden zusammen, und bringt eben dieselbe Wirkung mit einer kleinern Kraft hervor. Sie sehen drey in der Figur 13, und Sie urtheilen, daß, wenn die Kraft, um mit der Last 8 im Gleichgewichte zu seyn, auf den Punkt A wie 4 wirken muß, sie nur wie 2 auf den Punkt B, und wie 1 auf den Punkt C wirken darf.

Betrachtungen über die Winkelhebel.

Fig. 14.

Die Regel ist für die Winkelhebel einerley; nemlich das Gleichgewicht findet Statt, wann die Entfernung der Kraft sich zur Entfernung der Last verhält, wie die Last zur Kraft. Allein etwas ist hier in Betrachtung zu ziehen. Lassen Sie uns zum Beyspiel den Hebel A B C nehmen, wo B die Unterlage, und C die Kraft ist.

Sie würden sich betrügen, wenn Sie von der Entfernung der Kraft nach der Länge der Linie B C urtheilen; denn die nach der Richtung C D wirkende Kraft hat in C nur die Wirkung, die sie in D haben würde, wohin die von B nach der Richtung D C gezogene senkrechte Linie fällt. Diese senkrechte Linie B D ist also die Entfernung der Kraft. Kurz, Sie dürfen diesen Hebel nur gerad machen, und sich vorstellen, die Kraft wirke in D, wie sie bey einem geraden Hebel wirken würde, dessen zweyter Arm gleich B D wäre.

Es giebt drey Arten von Hebeln.

Es giebt drey Arten von Hebeln. Die einen haben den Punkt der Unterlage zwischen der Last und der Kraft; von diesen haben wir so eben geredet. Die andern haben die Kraft zwischen der Last und der Unterlage; und die lezten haben die Last zwischen der Kraft und der Unterlage.

Fig. 15.

Bey einem Hebel, wo die Kraft zwischen der Last und der Unterlage ist, setze man, ihre Entfernung von dem Punkt der Unterlage sey 1, und die Entfernung einer einpfündigen Last sey 4; so muß die Kraft gleich 8 seyn, wenn ein Gleichgewicht Statt finden soll; und wenn man sie in 2 versezt, so muß sie gleich 4 seyn.

Fig. 16. Bey einem Hebel, wo die Last zwischen der Kraft und der Unterlage ist, wenn die Last, gleich 4, in der Entfernung 2 ist; so wird die Kraft, gleich 1, in der Entfernung 8 im Gleichgewichte seyn. Wenn man sie aber in 4 versezt, so wird sie wie 2 wirken müssen. Kurz, das Gesetz ist immer, daß die Kraft sich zur Last verhält, wie die Entfernung der Last zur Entfernung der Kraft.

Fig. 17. Wenn zween Männer eine an dem Hebel A B aufgehängte Last tragen, so ist der eine in Absicht auf den andern die Unterlage des Hebels; und der Theil der Last, den B trägt, verhält sich zu dem, den A trägt, wie A D zu B D. Wenn A D sich zu B D verhält wie 2 zu 3, und wenn die Last fünfzig Pfund wägt, so wird B 20, und A 30 Pfund tragen. Man könnte folglich die Last so aufhängen, daß ein starker Mann und ein Kind, jedes einen seinen Kräften angemessenen Theil trüge.

Achtes Kapitel.

Von dem Rad.

Das Rad besteht aus einer Menge von Hebeln, die sich um einen gemeinschaftlichen Ruhepunkt drehen.

Der Hebel erhebt Lasten nur zu einer kleinen Höhe. Wann man sie zu einer beträchtlichen Höhe erheben will, so bedient man sich eines Rades. Die Kraft

Fig. 18.

wirkt an dem Umfang: folglich sind die Halbmesser nichts anders als Hebel oder Arme einer Wage, und die Länge dieser Halbmesser ist die Entfernung der Kraft von dem Ruhepunkt.

Die Entfernung der Last verhält sich zur Entfernung der Kraft, wie der Halbmesser der Welle zu dem Halbmesser des Rades.

Um den Cylinder, oder die Welle, die sich mit dem Rad umdreht, windet sich ein Seil woran eine Last hängt. Der Halbmesser der Welle ist also die Entfernung der Last von dem Ruhepunkt. Das Gleichgewicht wird folglich Statt finden, wenn der Halbmesser des Rades sich zum Halbmesser der Welle verhält wie die Last zu der Kraft. Gesezt, der Halbmesser des Rades habe 10 Fuß, so wird eine am Ende desselben hangende Last von einem Pfund, mit einer zehnpfündigen Last im Gleichgewichte seyn, wenn der Halbmesser der Welle einen Fuß hat.

Allein je höher die Last steigt, desto mehr entfernt sie sich von dem Ruhepunkt.

Sie werden bemerken, daß je höher die Last steigt, desto größer muß die Kraft seyn, um sie zu halten, weil das Seil, indem es sich aufwindet, den Halbmesser der Welle verlängert, folglich die Last in eine größere Entfernung von dem Ruhepnnkte bringt.

Neuntes Kapitel.

Von der Rolle. (Trochlea.)

Der Durchmesser einer Scheibe ist eine Wage, Rolle.

Taf. II. Fig. 19.

Eine Rolle ist ein kleines Rad, das sich um einen festen, durch seinen Mittelpunkt gehenden, Nagel bewegt.

Wenn man an die beyden Enden eines Seils, das über diese Rolle gezogen ist, zwey gleiche Gewichter hängt, so werden sie im Gleichgewichte seyn. Denn es ist offenbar, daß diese Gewichter bloß auf die äussersten Punkte des Durchmessers wirken. Man kann also den obern und den untern Theil der Rolle aus der Acht lassen, und sich diese Gewichter so vorstellen, als wenn sie an die Arme einer Wage, in gleicher Entfernung von dem Schwerpunkt, aufgehängt wären. Folglich

läßt sich alles, was wir von der Wage gesagt haben, auf die Rolle anwenden.

Vermittelst einer Menge Rollen kann eine geringe Kraft eine große Last im Gleichgewicht halten.

Fig. 20.

Lassen Sie uns ein Ende des Seils an einen Hacken knüpfen, das andere um eine bewegliche Rolle unten herum führen und es über eine befestigte Rolle oben herum ziehen. Nun hängen Sie ein einpfündiges Gewicht an das zweyte Ende des Seils, und ein zweypfündiges an die bewegliche Rolle, so werden Sie leicht urtheilen, daß beyde im Gleichgewichte seyn werden.

In der That ist diese bewegliche Rolle ein Hebel, wo die Last zwischen zwo Kräften ist; denn Sie dürfen ihr Augenmerk auf nichts als den Durchmesser richten; und die zwey Seile stellen die zwo Kräfte vor, wovon jede die Hälfte von P trägt, weil dieses Gewicht in Entfernung von dem einen und andern ist.

Mit fünf, wie in der Fig. 21 zusammengefügten, Rollen wird ein Gewicht von einem Pfund ein sechszehnpfündiges halten: denn a, eine Kraft gleich 8, hält das Gewicht 16 vermittelst der untern Rolle A, b gleich 4, hält 8 vermittelst der Rolle B, c gleich 2, hält 4 vermittelst der Rolle

C; d gleich 1, hält 2 vermittelst der Rolle D; und e gleich 1 ist mit d im Gleichgewicht.

Mit einer Rolle weiter würde ein Gewicht von einem Pfund ein zwey- und dreyßig pfündiges im Gleichgewicht halten.

Sie begreifen daher, wie die Kraft vermindert werden kann, so wie die Anzahl der Rollen vermehret wird.

Zehntes Kapitel.

Von der schiefen Ebne.

Eine Last auf einer schiefen Ebne wird zum Theil durch diese Ebne unterstützt.

Es ist gewiß, daß man eine größere Kraft nöthig hat, um einen Körper nach der lothrechten Richtung C B, als nach der Richtung der schiefen Ebne A B empor zu heben.

Fig. 22. Lassen Sie uns die Linie B A um den festen Punkt A bewegen. Wenn wir sie erheben und der senkrechten Linie A D nähern, so wird die Ebne, so wie wir sie erheben, schiefer und wir werden eine größere Kraft nöthig haben, um die Last zu halten. Wenn wir sie hingegen

neigen und der wagrechten Linie C A nähern, so wird die Ebne nach eben der Verhältnis minder schief werden, und eben dieselbe Last wird durch eine geringere Kraft gehalten werden. [Der Verfasser gebraucht hier die Wörter in einer ungewöhnlichen Bedeutung: denn je mehr die Linie B A sich der senkrechten Linie A D nähert, desto minder schief ist sie; und je mehr sie sich der wagrechten Linie C A nähort, desto schiefer ist sie. Ihre Schiefe ist in umgekehrter Verhältnis des Winkels, den sie mit einer Horizontallinie macht. Nach dem Verfasser würde die Schiefe in der Lothrechten Linie ihr Maximum haben; welches ungereimt ist.] In dem ersten Fall hält also die schiefe Ebne einen kleinern Theil der Last; und in dem zweyten einen größern. Dieß sind Facta, wovon man sich durch die Erfahrung versichert.

Die Kraft, die erfordert wird, eine Last auf einer schiefen Ebne zu halten, verschwindet, wann die Ziehungslinie mit der Ebne parallel wird.

Fig. 23.

Wenn die Kraft P mit der Last D im Gleichgewicht ist, im Fall da die Ziehungslinie mit der Ebne parallel ist; so wird hingegen das Gleichgewicht aufhören, und die Last D wird die Kraft P nach sich ziehen, sobald diese Linie aufhören wird, mit der Ebne parallel zu seyn. Die Ziehungslinie muß also mit der Ebne parallel seyn, wenn die Kraft, womit man eine Last hält, verschwinden

soll. Auch dieß ist ein Factum, das durch die Erfahrung bestätiget wird.

Die Kraft muß sich zur Last verhalten / wie dte Höhe der Ebne zu ihrer Länge.

Fig. 23.

Nehmen Sie eine Ebne, deren Länge zweymal so groß ist als die Höhe, und lassen Sie die Ziehungslinie über eine Rolle gehen; so wird P, ein an dem Ende dieser Linie angehängtes Gewicht von einem Pfund, auf der Ebne D ein zweypfündiges Gewicht halten. Das Gleichgewicht erfodert also, daß in diesem Fall die Kraft sich zur Last verhalte wie die Höhe der Ebne zur Länge.

Allein da die Ebne einen größern oder kleinern Theil von der Last trägt, je nachdem Sie ihr mehr oder weniger Höhe gebeu, so urtheilen Sie hieraus, daß Sie diese Regel allgemein machen können. Sie werden daher sagen: die Kraft verhält sich allezeit zur Last, wie die Höhe der schiefen Ebne zu ihrer Länge. In der That ist diese Regel eine Folgerung aus den Erfahrungen, die wir eben angeführt haben. Sie ist nichts anders als diese Erfahrungen, auf eine allgemeine Art ausgedrückt. Dennoch wollen wirs versuchen, sie aus den oben festgesetzten Grundsätzen zu beweisen. [Der Verfasser verstößt offenbar wider das Principium der Evidenz, indem er aus einer einzigen

Erfahrung eine allgemeine Regel zieht. Dergleichen Regeln lassen sich zwar aus der Analogie wahrscheinlicher Weise muthmassen, allein der Beweis muß sie auffer allen Zweifel setzen.]

Fig. 23. Die Kraft P wirkt auf den Mittelpunkt des Gewichtes D, das ist, auf das Ende der Linie F D; das Gewicht strebt, nach der Richtung der mit dem Horizont senkrechten Linie D E C zu fallen, und es würde nach dieser Richtung fallen, wenn es nicht zum Theil durch die Ebne unterstüzt würde. Sie können daher D F E als einen Winkelhebel ansehen, der seinen Ruhepunkt in F hat; und Sie sehen, daß die Kraft an dem Ende des längsten Armes des Hebels wirkt, und daß das Gewicht auf das Ende des kürzesten Armes, nemlich auf das Ende der auf D C senkrechten Linie F E drückt; es drückt auf den Punkt E, und würde lothrecht auf C fallen, wenn es nicht unterstüzt wäre.

D F drückt also die Entfernung der Kraft und E F die Entfernung der Last von dem Ruhepunkt aus. Diese zwo Linien drücken daher die zum Gleichgewicht nöthigen Bedingungen, das ist, die Verhältnis der Kraft zur Last aus.

Nun verhalten sich dieſe zwo Linien wie die Höhe der Ebne zur Länge. E F verhält sich zu D F wie B A zu A C. Dieß iſt es, was man beweiſen muß.

Sagen daß E F sich zu D F verhält wie B A zu A C, iſt so viel als ſagen, daß die drey Seiten des Dreyecks D E F unter einander in eben der Verhältnis ſind wie die drey Seiten des Dreyecks A B C. Denn wenn die Länge zwoer Seiten eines Dreyecks gegeben iſt, ſo iſt die Länge der dritten beſtimmt. [Der Verfaſſer redet hier vermuthlich von einem recht winklichten Dreyeck, ſonſt würde es ein unverzeyhlicher Fehler ſeyn, einen ſo falſchen Satz in einem Lehrbuche hinzuſchreiben. Der Satz ſollte ſo ausgedrückt werden: wenn die Länge zwoer Seiten ſamt dem dazwiſchen liegenden Winkel gegeben iſt, ſo iſt die dritte Seite beſtimmt.]

Wenn man nun ſagt, daß die drey Seiten des Dreyecks E D F in eben der Verhältnis ſind wie die drey Seiten des Dreyecks A B C, ſo ſagt man eben ſo viel als, daß die Dreyecke ähnlich ſind. [Wiederum ein Satz, der bewieſen werden muß, denn die Aehnlichkeit der Figuren erfodert die Aehnlichkeit der correſpondirenden Winkel.] Es iſt uns alſo noch übrig, zu beweiſen, daß ſie wirklich einander ähnlich ſind.

Sie sind einander ähnlich, wenn sie einem dritten ähnlich sind.

Nun ist D E F dem D C F ähnlich. Um sich davon zu überzeugen, dörfen Sie nur bemerken, daß sie beyde einen rechten Winkel haben; daß der Winkel C D F allen beyden gemein ist; und daß folglich der dritte Winkel des einen dem dritten Winkel des andern gleich ist. [Auch dieser Satz muß bewiesen werden, daß nemlich die Gleichheit der Winkel in zwey Dreyecken zu ihrer Aehnlichkeit hinlänglich ist: denn bey andern Figuren wird noch über dieß erfodert, daß die correspondirenden Seiten in einer Verhältnis seyen.]

Es wird Ihnen eben so leicht seyn zu begreifen, daß das Dreyeck A B C dem C D F gleich ist. Denn Sie sehen, daß sie beyde einen rechten Winkel haben. Sie sehen ferner, daß die schiefe Linie A C auf zwo Parallellinien A C und C D fällt, daß folglich der Winkel D C A dem Winkel C A B gleich ist. Erinnern Sie sich dessen, was wir gesagt haben als wir die Winkel beobachteten, die eine schiefe Linie mit zwo Parallellinien macht.

Wann also eine Last auf einer schiefen Ebene im Gleichgewicht ist, so ist es bewiesen, daß ihre Entfernung vom Ruhepunkt sich zur Entfernung

der Kraft von eben demselben Punkte verhält, wie die Höhe zur Länge der Ebne; folglich daß die Kraft sich zur Last verhält wie die Höhe der Ebne zur Länge.

Geschwindigkeit, mit der ein Körper auf einer schiefen Ebne herunter sinkt.

Ein über eine schiefe Ebne herab sinkender Körper sinkt nicht mit eben der Geschwindigkeit wie ein Körper der lothrecht auf den Horizont fällt. Er kann nur mit einer Kraft herabsinken, die derjenigen, die ihn im Gleichgewichte halten würde, gleich ist. Wir können uns daher diese allgemeine Regel machen: die Kraft, mit der ein Körper über eine schiefe Ebne herabsinkt, verhält sich zur Last dieses Körpers, wie die Höhe zur Länge der Ebne. Nunmehr fragt es sich, wie groß der Weg seyn wird, den er auf der Linie A B in eben der Zeit, da er von A bis nach C fällt machen wird.

Fig. 24. Lassen Sie uns die Ebne A B C nehmen, deren Länge zweymal so groß als die Höhe ist, und A C und A B in vier gleiche Theile theilen. Ich nehme an, daß A E, E F, F G, G C die vier Räume sind, die ein Körper in zwo Secunden durchlaufen soll.

Ein Körper hat zweymal weniger Kraft, wann er von A bis nach B, als wann er von A bis nach C fällt.

Er muß also zweymal weniger Geschwindigkeit haben, folglich in B nicht eher als in vier Secunden anlangen.

Seine Geschwindigkeit nimmt zu in der Verhältnis 1, 3, 5, 7..

Nun ist die Wirkung der Schwere einerley, nach was für einer Richtung die Körper sich bewegen [oder besser zu reden, die Schwere, ob sie gleich auf der schiefen Ebne vermindert ist, folgt eben demselben Gesetze,] das ist, die in gleichen Zeiten durchlaufenen Räume verhalten sich wie die Zahlen 1, 3, 5, 7... Wie also ein von A bis nach C fallender Körper, in der ersten Secunde den Raum A E. und in der zweyten die Räume E F, F G, G C durchläuft; eben so muß ein von A bis nach B sinkender Körper in den zwo ersten Secunden den Raum A H, und in den zwo folgenden die Räume H I, I K, K B durchlaufen. Ein auf dieser schiefen Ebne bewegter Körper kommt also nur in H an, in eben der Zeit da er senkrecht von A bis nach C fällt; das ist, in zwo Secunden kommt er auf der Linie A B nicht weiter herab, als in einer auf der Linie A C. Denn E und H sind in gleicher Entfernung von der wagrechten Linie C B.

Wie man den Raum findet, den er auf einer schiefen Ebne in eben der Zeit durchlaufen

Wenn Sie von C auf A B eine senkrechte Linie ziehen, so werden Sie sehen, daß sie gerad auf

muß, in der er von jeder andern Höhe durchfallen würde.

H fällt. Um also den Raum zu finden, den ein Körper auf einer schiefen Ebene in eben der Zeit durchlaufen muß, in der er von A bis nach C fallen würde, dürfen Sie nur von C eine senkrechte Linie auf die Ebne A B ziehen.

Ein Körper mag senkrecht oder auf einer schiefen Ebne herunterfallen, so erhält er einerley Kraft, so oft er von einerley Höhe herabfällt.

Ist es einmal gewiß, daß die Schwere immer auf einerley Art wirkt, so folgt hieraus, daß der Körper, was auch die Ebne für eine Schiefe haben mag, wann er unten angelangt seyn wird, eben die Geschwindigkeit haben wird, die er gehabt hätte, wenn er nach der lothrechten Richtung gefallen wäre. Wenn die Ebne minder schief, folglich kürzer ist, so wird die Geschwindigkeit schneller zunehmen und eher den lezten Grad erreichen: wenn die Ebne schiefer oder länger ist, so wird die Geschwindigkeit langsamer zunehmen, und später den lezten Grad erreichen. Was also die Linie, die mehrere Körper beschreiben, für eine Lage haben mag, so ist die Kraft derselben, wann sie herabgefallen sind, einerley, so oft sie von einerley Höhe herabgefallen sind.

Eilftes Kapitel.

Von dem Pendul.

Ein auf den Sehnen eines Kreises herabfallender Körper durchläuft sie in eben der Zeit, in der er den ganzen Durchmesser durchlaufen würde.

Taf. III. Fig. 25.

Lassen Sie uns von dem Punkt A auf die wagrechte Linie B C mehrere schiefe Ebenen und von C auf diese Ebnen senkrechte Linien ziehen. Lassen Sie uns alsdann in gleicher Entfernung von A und C einen Mittelpunkt nehmen, und durch die Winkelpunkte D E F einen Kreis beschreiben.

Die Linien A D, A E, A F sind Sehnen des Kreises; und wir können in der andern Hälfte des Kreises Linien ziehen, die mit diesen ersten parallel, folglich denselben gleich und mit ihnen eine gleiche Neigung haben werden. Nun ist es klar, daß alle diese Linien mit den erwähnten Ebnen einerley sind. Ein Körper wird also auf jeder in eben der Zeit herabfallen, in der er von dem Durchmesser von A bis nach C fallen würde.

Man ziehe also in einem vertical-stehenden Kreise so viel Sehnen als man will, so wird ein Körper immer einerley Zeit brauchen, um jede

Sehne zu durchlaufen, und diese Zeit wird derjenigen gleich seyn, die er gebraucht hätte, um den Durchmesser zu durchlaufen. Sie werden wirklich bemerken, daß die Sehnen länger oder kürzer sind, je nachdem sie sich mehr oder weniger gegen dem Horizont neigen.

Ein Pendul macht seine Vibrationen in eben der Zeit, in der es vier Durchmesser des Kreises, dessen Halbmesser es ist, durchlaufen würde.

Fig. 25.

Die Schwere wirkt allezeit lothrecht, und, was auch die Schiefe der Ebne seyn mag, so hat der Körper, wann er auf der wagrechten Linie B C ankommt, eben dieselbe Kraft, als wenn er lothrecht von A bis nach C gefallen wäre.

Man hänge einen Körper durch den Mittelpunkt, an einen Faden auf, dessen Länge der Halbmesser des Kreises sey. Wenn dieser Körper von h herabsinkt, so kann er nicht tiefer als bis in C fallen: allein die Kraft, die er erhalten hat, indem er diesen Raum durchlief, wird machen, daß er einen ähnlichen Raum durchlänft: er wird sich also wieder bis zu E hinaufschwingen. Wenn er in diesem Punkt angelangt ist, so hat er seine ganze Kraft verlohren. Er fällt also wieder, vermöge seiner Schwere, und erhält Kraft genug um sich wieder bis zu h hinauf zu schwingen, von dannen er aufs neue herabsinkt, u. s. w.

Ein auf diese Art aufgehängter Körper ist das was man ein Pendul nennt. Er kann an einen Faden oder an einen Drat angeheftet werden.

Die Bewegung des Penduls von h nach c, und von c nach E ist das was man **Vibration** oder **Oscillation** (oder Schwung) nennt.

Es fällt mit einer zunehmenden Geschwindigkeit von h bis nach *C* in eben der Zeit da es von A bis nach C gefallen wäre; und es schwingt sich in gleicher Zeit mit einer abnehmenden Geschwindigkeit bis zu E hinauf.

Nun aber würde es, wenn es in diesen zwo Zeiten lothrecht von dem Punkt A gefallen wäre, vier Durchmesser des Kreises durchlaufen haben.

Folglich braucht ein im Mittelpunkt M aufgehängter Körper zu einer Vibration eben so viel Zeit als er brauchen würde, um lothrecht vier Durchmesser des Kreises oder welches eben so viel ist, achtmal die Höhe des Penduls zu durchlaufen.

Dies ist die Verhältnis zwischen der Bewegung der Vibration und der lothrechten Bewegung, wenn man voraus sezt, daß das Pendul sich auf den Sehnen auf- und ab- bewegt.

Da nun die Kreisbogen um so weniger von den Sehnen unterschieden sind, je kleiner sie sind, so nimmt man an, daß die Verhältnis einerley bleibt, wann das Pendul seine Vibration auf dem kleinen Bogen L C K macht: zwar ist diese Voraussetzung nicht ganz richtig; indem die Geometer beweisen, daß die Zeit, in der ein schwerer Körper auf einem unendlich kleinen Bogen herabsinkt, sich zur Zeit, in der er auf der Sehne eben dieses Bogens herabsinkt, verhält, wie der Umfang des Kreises zu seinem Durchmesser, viermal genommen; oder ohngefehr wie 355 zu 452. Dem ohngeachtet sind die Vibrationen auf sehr kleinen Kreisbogen von gleicher Dauer, weil ihre Dauer sich unter einander verhalten wie die gleichen Zeiten, in denen sie auf den Sehnen dieser Bogen herabsinken.

Nothwendige Bedingungen bey den Vibrationen von gleicher Dauer.

Ich muß Ihnen hier etwas zu bemerken geben, daß nemlich alles was wir von der Bewegung sagen, nur wahr ist, in so fern das Reiben und der Widerstand der Luft bey Seite gesezt werden. Allein dieses Reiben ist um so unmerklicher, je länger das Pendul ist, und je kleiner der Kreisbogen ist, den es beschreibt.

Gäbe es weder Reiben noch Widerstand, so würde das Pendul, wenn es einmal im Gang

wäre, seine Vibrationen unaufhörlich in gleichen Zeiten fortsetzen.

Wenn es kurz ist, und die Kreisbogen eine beträchtliche Länge haben, so ist das Reiben und der Widerstand der Luft merklicher und die Vibrationen geschehen in ungleichen Zeiten. Ist es im Gegentheil länger, und sind die Bogen kleiner, so können die Vibrationen ohne merklichen Fehler so angesehen werden, als wenn sie in gleichen Zeiten geschehen, bis das Pendul aufhört zu gehen. Dergleichen Vibrationen heissen *vibrationes isochronæ.*

Verhältnis zwischen der Länge des Pendels und der Dauer der Vibrationen.

Je kürzer das Pendul ist, desto kürzer ist die Zeit der Vibrationen. Lassen Sie uns dieses Verhältnis suchen. A E B G und D f B i sind zween Kreise, deren Durchmesser sich

Fig. 26.

verhalten wie 4 zu 1.

Wir haben bewiesen, daß, wenn ein Körper in einer bestimmten Zeit von A bis nach B fällt, er in der Hälfte dieser Zeit von D bis nach B fallen wird.

Wir haben ferner bewiesen, daß ein Körper in der Sehne eines Kreises herabfällt in eben der Zeit da er in dem Durchmesser herabfällt.

Folglich wird ein Körper, der von E in der Sehne E B herabfällt, zweymal so viel Zeit brauchen als ein Körper der von f herabfällt, um die Sehne f B zu durchlaufen. Nun beweißt man, daß, wenn man die Bogen E B und f B ähnlich oder sehr klein annimmt, die Zeiten, in denen diese Bogen durchlaufen werden, oder die Zeiten der halben Vibrationen, sich verhalten wie die Zeiten, in denen die Sehnen durchlaufen werden. Mithin wird die Zeit der Vibration des Penduls C B zweymal so groß seyn als die Zeit der Vibration des Penduls e B.

Wenn Sie also zweymal langsamere Vibrationen haben wollen, so muß das Pendul viermal länger seyn; hingegen muß es viermal kürzer seyn, wenn Sie wollen, daß die Vibrationen zweymal schneller seyn.

Um die Länge eines Penduls zu bestimmen, muß man den Mittelpunkt der Oscillation kennen.

Allein um ein Pendul zu messen, muß man den Mittelpunkt der Oscillation bestimmen können; *) denn die Länge des

*) Es ist schwer, aus dem was der Verfasser sagt, zu errathen, was man durch das Centrum Oscillationis versteht. Man setze in Fig. 28. A C sey eine unbeugsame Linie, die keine Schwere an sich selbst,

Penduls verhält sich wie die Entfernung des Mittelpunktes der Oscillation von dem Aufhängungs-Punkt. Nun ist diese Materie eine der schwersten. Das was wir bisher studirt haben, ist bey weitem nicht hinreichend, uns zu lehren, den Punkt, der der Mittelpunkt der Oscillation ist, mit Genauigkeit zu finden. Wir wollen uns daher begnügen, uns von dieser Aufgabe einen Begrif zu machen.

Fig. 27. Stellen Sie sich das Pendul C P als einen Hebel vor, der seinen Ruhepunkt in dem Aufhängungspunkt C hat: setzen Sie die Schwere des Hebels bey Seite, und nehmen Sie an, daß

aber die Gewichter B und C an sich liegen habe. So ist klar, daß B, wenn es allein wäre, in der Verticallinie eher ankommen würde als C, wenn es auch allein wäre. Folglich wenn A C ein in allen seinen Punkten schweres Pendul ist, so werden nicht alle Punkte die ihrem Bestreben gemäße Vibrationen machen. Nun kommt es darauf an, den Punkt in oder ausser diesen Pendul zu finden, der seine Vibration so macht, als wenn er ganz allein in seiner Entfernung vom festen Punkt A hinge. Dieser Punkt heißt der **Mittelpunkt der Oscillation.** Er ist also so beschaffen, daß, wenn die ganze Schwere des Penduls in ihm vereiniget wäre, seine Oscillationen in eben der Zeit, wie vorher, geschehen würden. Diesen Punkt zu finden, ist eine Aufgabe, an die sich nur ein Huygens, ein Bernulli, ein Euler und ein d'Alembert wagen durften.

das ganze Gewicht in einem an dem Punkt P angehängten Körper vereiniget ist.

Bey dieser Voraussetzung wird dieser Körper von P bis nach B mit einer Geschwindigkeit fallen, die sich verhält wie das Product aus der Masse, in die Entfernung des Schwerpunktes vom Aufhängungspunkte C, und der Mittelpunkt der Oscillation wird mit dem Schwerpunkt einerley seyn.

Wenn Sie bey dem Pendul c p, das nur der vierte Theil von C P ist, eben das annehmen, so wird auch hier der Mittelpunkt der Oscillation mit dem Schwerpunkt des aufgehängten Körpers einerley seyn.

Da nun diese zwey Penduls ihre Vibrationen in Bogen machen, die sich wie die Peripherien, wovon sie Theile sind, verhalten; so wird p in f anlangen, wann P noch in B seyn wird, und es wird zu dem Punkt, wovon es ausgegangen ist, zurück gekommen seyn, wann P in F anlangen wird, p macht also zwo Vibrationen, während das P nur eine macht; und wenu es zum Excmpel zu jeder seiner Vibrationen eine halbe Seeunde braucht, so wird P zu jeder der seinigen eine ganze Secunde brauchen.

Fig. 28. Sie können ferner den aufgehängten Hebel A C betrachten, ohne auf seine Schwere zu merken; ihn in vier gleiche Theile theilen, und an die zweyte Abtheilung ein zweypfündiges Gewicht, an das Ende gleicherweise ein zweypfündiges Gewicht legen.

Die Geschwindigkeiten von B und C verhalten sich wie die Producte aus ihren Maßen in ihre Entfernungen von A, und ihre Summe ist 12. Nun würde, wenn ein Vierpfündiger Körper an D, der dritten Abtheilung, läge, das Product aus der Maße in die Entfernung ebenmäßig 12 seyn. Die Vibrationen dieses Penduls werden also eine Geschwindigkeit haben, die zwischen den Geschwindigkeiten von B und C so liegt als wenn das ganze Gewicht in D vereiniget wäre.

Sie sehen aus diesen Voraussetzungen, daß je weniger Gewicht der Körper in Absicht auf das Gewicht des Penduls haben wird, desto kleiner wird der Fehler seyn, den die Schwere des Hebels verursachen wird. Dieses erhält man, wann man einen beträchtlichen Körper an einen feinen stählernen Drath hängt; und man hat beobachtet, daß ein Pendul, das von dem Mittelpunkt der Kugel an, bis zu dem Aufhängungspunkt, 29 und $\frac{2}{10}$ Zoll englisches Maaß, lang ist, jede seiner Vi-

brationen in einer Secunde vollendet, oder 3600 Vibrationen in einer Stunde macht. Dieses Experiment ist mit einem fünfzig pfündigen Pendul gemacht worden, dem man die Form einer Linse gegeben hatte, damit es in der Luft weniger Widerstand finden möchte: die Vibrationen dauerten einen ganzen Tag lang.

Fig. 29. Die Erfahrung zeigt ferner, wo ohngefehr der Mittelpunkt der Oscillation in einer gleichartigen und in allen ihren Theilen gleichdicken eisernen Stange ist; denn ihre Vibrationen geschehen in eben der Zeit wie die eines Pendels, dessen Länge zwey Drittel von der Stange wäre.

Gegenstand des folgenden Buches.

Ich will über die Mechanick nicht weitläuftiger seyn. Die Grundsätze die ich erklärt habe, sind hinlänglich, Ihnen begreiflich zu machen, wie die Evidenz der Erfahrung und die Evidenz der Vernunft zur Entdeckung der Wahrheit vereiniget werden können; und da diese Grundsätze Sie in den Stand setzen, sich einen Begrif von dem Weltsystem zu machen, so will ich Ihnen in der kurzen Erklärung dieses Systems neue Beyspiele von Vernunftschlüssen geben, die zugleich auf der Evidenz der Erfahrung und auf der Evidenz der Vernunft beruhen. Sie

werden sehen, mein Prinz, daß diese Welt nichts anders ist als eine Maschine die denen, die wir eben so studirt haben, ähnlich ist: sie ist eine Wage. Diese Wahrheit wird Ihnen durch eine Reyhe von Sätzen bewiesen werden, die mit den Sätzen dieses zweyten Buches identisch sind.

Drittes Buch.

Wie die Evidenz der Erfahrung und die Evidenz der Vernunft das System des Newton beweisen.

Erstes Kapitel.

Von der Wurfsbewegung.

Wirkung des Widerstandes der Luft und der Schwere auf einen nach der horizontalen Richtung geworfenen Körper.

Eine horizontal geschossene Kanonkugel würde fortfahren, sich mit einerley Geschwindigkeit und nach einerley Richtung zu bewegen, wenn keine Ursache sie daran hinderte. Allein während daß der Widerstand der Luft ihre Geschwindigkeit vermindert, wird ihre Richtung durch die Kraft geändert, die sie gegen die Erde treibt und die man die Schwere nennt.

Wenn wir die Schwere bey Seite setzen, und bloß den Widerstand der Luft in Betrachtung ziehen; so werden wir urtheilen, daß sie ihrer ersten Richtung folgen, aber jeden Augenblick etwas von

ihrer Geschwindigkeit verlieren wird, Denn sie wird sich nicht anders als durch Verdrängung der Theile des flüssigen Wesens, die ihr widerstehen, , einen Weg bahnen; indem sie dieselben verdrängt, wird sie ihnen einen Theil ihrer Bewegung mittheilen, und so viel Bewegung sie ihnen mittheilen wird, so viel wird sie von ihrer eigenen verlieren. Sie wird daher immer langsamer fortlaufen, und endlich unbeweglich liegen bleiben.

Allein sie fällt, weil sie schwer ist; sie fällt jeden Augenblick, weil sie nicht aufhört schwer zu seyn. Sie sinkt also jeden Augenblick unter die horizontal Richtung, und beschreibt eine krumme Linie.

Dieß kommt daher, weil sie zu gleicher Zeit zwoen Kräften gehorcht, deren Richtungen einen Winkel machen. Auf was für eine Art aber gehorcht sie zwoen Kräften? Welches ist das Gesetz, wornach sie sich richtet?

Fig. 30.

Dieser geworfene Körper durchläuft die Diagonale eines Parallelogrammes in eben der Zeit, in der er eine der zwo Seiten durchlaufen hätte.

Um Ihnen die Sache auf eine fühlbare Art vorzustellen, wollen wir voraussetzen, daß T S die Ebne eines Schiffes ist, das sich auf dem Canal H h g G nach der Richtung T S bewegt.

Wir wollen ferner voraussetzen, daß d und D zween feste, auf dem Ufer stehende Gegenstände, zum Exempel zween Bäume sind; daß C und c zwey auf dem entgegengesetzten Ufer stehende Personen sind; daß A und B zwey Kinder sind, die in dem Schif mit dem Balle spielen.

Wenn nun in der Zeit, da der Ball von A nach B fliegt, A durch die Bewegung des Schiffes nach a, und B nach b versezt wird, so wird B den Ball in b erhalten.

Der Ball, indem er zween Kräften gehorchte, deren Richtungen den Winkel B A a machen, hat also die Linie A b, die Diagonale des Parallelogrammes A B b a, durchlaufen, und er hat sie durchlaufen in eben der Zeit, in der er von A nach a versezt worden wäre, wenn er keine andere als die Bewegung des Schiffes gehabt hätte; oder in eben der Zeit, in der er von A nach B getrieben worden wäre, wenn er keine andere als die von der Hand in einem ruhenden Schiffe mitgetheilte Bewegung gehabt hätte.

Dem ohngeachtet kommt es den Kindern vor, als wenn sich der Ball nach der Richtung A B bewegte; weil in eben der Zeit da er in b anlangt, die Kinder sich in der Linie a b befinden, ohne die

Bewegung

Bewegung, die sie aus ihrem absoluten Orte versezt hat, bemerkt zu haben, und weil sie daher ab für A B halten. Allein die Personen, die auf dem Ufer in C und c stehen, und die Gegenstände d und D aufmerksam anschauen, können diese zwo Linien nicht mit einander verwechseln, und sehen den Ball von A nach b fliegen.

Wenn Sie dem Ball einerley Geschwindigkeit lassen, aber die Geschwindigkeit des Schiffes vermehren oder verringern, so begreifen Sie, daß die Diagonale immer in eben derselben Zeit wird durchlaufen werden; daß sie aber länger oder kürzer seyn wird. Geht das Schiff geschwinder, so wird sie länger seyn, und zum Exempel bis zu dem Punkt n reichen; geht es langsamer so wird sie kürzer seyn, und sich zum Exempel beym Punkt m endigen.

Wir können daher diese allgemeine Regel machen: ein durch zwo Kräfte bewegter Körper, deren Richtungen einen Winkel machen, durchläuft die Diagonale eines Parallelogrammes in eben der Zeit, in der er mit einer einzigen der zwo Kräfte eine der zwo Seiten durchlaufen hätte.

Man machte dem Galilai den Einwurf, daß, wenn die Erde von Abend gegen Morgen sich um

ihre Axe drehte, ein Körper, der nach einer auf den Horizont senkrechten Linie geworfen worden, nicht auf den Punkt, von dem er sich erhoben, fallen würde; sondern deß er mehr oder weniger gegen Abend fallen müßte, je nachdem dieser Punkt, während der Zeit da der geworfne Körper stieg und wieder herabsank, mehr oder weniger gegen Morgen fortgerückt seyn würde. Das ist gerad als wenn man gesagt hätte, ein von A nach B getriebener Ball werde zurückbleiben und ausserhalb des Schiffes fallen, wenn während daß er sich bewegt, das Schif selbst sich nach der Richtung A a bewegte.

Allein gleichwie der Ball zween Richtungen gehorcht, weil er beydes durch die Kraft, die ihm das Schif mittheilt, und durch die Kraft, die er von dem Wurfe bekommt, bewegt wird; eben so hat der geworfene Körper, wovon die Rede ist, zwo Richtungen, eine senkrechte, die man ihm giebt, und eine horizontale, die ihm die Bewegung der Erde mittheilt. Er muß sich also in einer Diagonale erheben, die ihn gegen Morgen rückt; und von dem lezten Punkte seiner Erhebung muß er in einer andern Diagonale herabsinken, die ihn wiederum gegen Morgen rückt.

Dieß ist es was Gälilai antwortete, und er gab zum Beweis an, daß in einem Schif, das

mit Segeln läuft, wie in einem Schif, das vor Anker liegt, ein von der Spitze des Mastbaumes fallender Stein am Fusse desselben anlangt. Er urtheilte mit Recht, daß wenn der Stein lothrecht herabfällt, im Fall da das Schif unbeweglich ist, er schief auf den Horizont herabfalle, im Fall da das Schif sich bewege; und daß er die Diagonale eines Parallelogrammes durchlaufe, dessen eine Seite dem von dem Schiffe durchlaufenen Raum, die andere der Höhe des Mastbaumes gleich ist. [Die Linie, die der von dem Mastbaum herabfallende Stein durchläuft, ist eine krumme Linie, und zwar, wie die Geometer beweisen, eine Parabel: denn es ist als wenn der Stein nach der horizontalen Richtung geworfen würde, und es ist bekannt daß er in diesem Fall eine Parabel beschreibt.]

Die Erfahrung beweist also, daß ein durch zwo Kräfte, deren Richtungen einen Winkel machen, bewegter Körper, die Diagonale eines Parallelogrammes in eben der Zeit durchläuft, in der er eine der zwo Seiten durchlaufen hätte. Lassen Sie uns nun sehen, wie, indem er eine Reyhe von Diagonalen durchläuft, er eine krumme Linie beschreiben wird.

Fig. 31.

Indem er eine Reyhe von Diagonalen durchläuft, beschreibt er eine krumme Linie.

Eine nach der horizontalen Richtung A B bewegte Kanonenkugel, würde erwähnter massen fortfahren, sich in dieser Richtung zu bewegen, wenn die Schwere sie nicht jeden Augenblick aus dieser Richtung brächte; und wenn sie durch eine Kraft getrieben würde, vermöge der sie 60 Fuß in einer Secunde durchlaufen könnte, so würde sie in fünf Secunden 300 Schuh auf der Linie A B durchlaufen.

Eben so würde diese Kugel, wenn sie, von A fallend, bloß durch die Kraft der Schwere getrieben würde, fortfahren, sich nach der auf dem Horizont senkrechten Richtung A E zu bewegen; und da sie in der ersten Secunde, indem sie von A bis nach C fiel, 15 Fuß durchlief, so würde sie in 5 Secunden bis nach E gefallen seyn, und 25 mal 15 Fuß durchlaufen haben, indem die Räume sich wie die Quadrate der Zeiten verhalten.

Allein da sie von zwo Kräften zugleich getrieben wird, wovon die eine vermögend ist, sie bis nach B zu bringen, in eben der Zeit da die andere vermögend ist, sie bis nach E zu bringen, jede nemlich in 5 Secunden; so wird sie diesen zwo Kräften gehorchen, und anstatt in B oder in E anzulangen, wird sie nach 5 Secunden in G fallen.

Wenn die Diagonale A G des Parallelogrammes A B G E die Richtung des Falles anzeigte, so würde die Kanonenkugel eine gerade Linie durchzulaufen scheinen; allein da die zwo Kräfte in jedem Augenblicke wirken, da jede die Kugel alle Augenblicke aus der Richtung bringt, die die andere ihr zu geben strebt; so ist klar, daß wir uns der krummen Linie, die sie beschreibt, nur in so fern nähern werden, als wir sie in kürzern Zeiträumen beobachten werden.

Folglich, wenn wir betrachten, daß die Kugel, in A nach C und nach D getrieben, sich in der Diagonale A b bewegt, und daß sie in b nach e und nach f getrieben, sich in der Diagonale b h, u. s. w. bis nach G bewegt: so werden wir sehen, daß sie sich in den Diagonalen 1, 3, 5, 7, 9, bewegt, deren Reyhe anfängt, eine krumme Linie zu formiren; und wir begreifen, daß wenn wir die Bewegung der Kugel in noch kürzern Zeiträumchen beobachteten, jede dieser Diagonalen sich aufs neue krümmen würde.

Fig. 32. Wenn die Kanonenkugel sich nach einer mit dem Horizonte schiefen Richtung wie A I bewegte, so würde der Wurf ihr ein Bestreben eindrücken, die Räume A B, B C u. s. w. in gleichen Zeiten durchlaufen: allein weil die durch die Schwere mitgetheilte Kraft sie jeden Augenblick

sinken macht, so wird sie von A bis nach b gehen, anstatt von A bis nach B zu gehen. Sie wird daher die Diagonale des Parallelogrammes A B b a durchlaufen, dessen Seite A B die Wurfskraft, und die Seite B b, gleich A a, die Schwerkraft vorstellt.

Eben so wird sie, anstatt von b nach M zu gehen, und bloß der Wurfsbewegung zu gehorchen, in N anlangen, weil sie über dieß der Schwerkraft gehorchen wird: und sie wird die Diagonale des Parallelogrammes b M N L durchlaufen.

So wird sie von einer Diagonale zur andern in vier Augenblicken sich weiter nicht als bis zur Höhe des Punktes O erheben; da hingegen, wenn sie bloß eine Wurfsbewegung gemacht hätte, sie sich bis nach E erhoben hätte.

Nun sind von O bis E sechszehn Räume, und gerad um so viel muß sie in vier Zeiten sinken, denn 16 ist das Quadrat von 4.

Allein wie sie sich von A bis zu O mit einer abnehmenden Geschwindigkeit erhoben hat, so wird sie von O bis nach V mit einer zunehmenden Geschwindigkeit fallen. Anstatt von Q nach R zu gehen, wird sie von Q nach S gehen. So wird sie,

indem sie zwo sich kreuzenden Kräften gehorcht, herabsinken, wie sie hinauf gestiegen ist, das ist, von Diagonale zu Diagonale, bis zum niedrigsten Punkte V. Sie wird die krumme Linie A O V in eben der Zeit beschreiben, in der sie bis zu T gestiegen wäre, wenn sie keine andere als die Wurfsbewegung gehabt hätte.

Die krumme Linie, die ein nach der horizontalen oder schiefen Richtung geworfener Körper beschreibt, heißt eine Parabel. Sie können sich daher eine Parabel durch eine Reyhe von Diagonalen vorstellen, die ein bewegter Körper durchläuft, wenn er zu gleicher Zeit einem Wurfe und der Schwerkraft gehorcht.

Sie können bemerken, daß alles, was wir in diesem Kapitel gesagt haben, mit dem einen oder dem andern folgender zween, durch die Erfahrung bewiesener Sätze identisch ist; nemlich: die von einem fallenden Körper durchlaufenen Räume verhalten sich wie die Quadrate der Zeiten, und, ein durch zwo Kräfte, deren Richtungen einen Winkel machen, bewegter Körper durchläuft die Diagonale eines Parallelogrammes in eben der Zeit, in der er mit einer einzigen der zwo Kräfte eine der zwo Seiten durchlaufen hätte. Wir drücken wirklich diese zween Sätze

nur auf verschiedene Arten aus, wenn wir daraus schliessen, daß ein nach der horizontalen oder schiefen Richtung geworfener Körper eine Parabel beschreibt; und es liegt Ihnen daran, sich damit vertraut zu machen, damit Sie desto leichter ihre Identität mit andern Wahrheiten einsehen, die für Sie Entdeckungen seyn werden. [Ich kann meinen Lesern nicht bergen, daß ich mit der Art, wie der Verfasser beweist, daß die krumme Linie der fallenden Körper eine Parabel ist, nicht zufrieden bin. Eigentlich beweißt er bloß, daß ein nach der horizontalen oder schiefen Richtung geworfener Körper eine **krumme Linie** beschreibt: nun muß aus der **Natur der Parabel, mit der Wurfs- und Schwerkraft verglichen**, dargethan werden, daß diese krumme Linie eine Parabel ist. Dazu gehören mathematische Kenntnisse, die vermuthlich sein Zögling nicht hatte und nicht haben konnte. Daher giebt er oben als eine **Definition** den Satz an: die krumme Linie, die ein geworfener Körper beschreibt, ist eine Parabel. Nimmt er aber das als eine Definition der Parabel an, warum sagt er am Ende, er habe diesen Satz aus andern Sätzen hergeleitet? Dieß ist ein handgreiflicher Fehler wider die Methode.]

Zweytes Kapitel.

Von der Veränderung, die mit der Bewegung vorgeht, wann eine neue Kraft zu der ersten hinzukommt.

Die Kräfte wirken nach Richtungen, die einander entweder begünstigen oder hindern.

Zwo Kräfte wirken entweder nach einerley Richtung, oder nach entgegengesezten, oder nach schiefen Richtungen. Lasser Sie uns diese drey Fälle untersuchen.

Fig. 33.

Wirkung der Kräfte, wenn sie nach einerley Richtung wirken.

Der Körper A werde von A bis nach L mit einer Kraft getrieben, vermöge der er in einer Secunde den Raum A B durchlaufe; so wird er von einer Secunde zur andern B C, C D u. s. w. durchlaufen, weil alle diese Räume dem ersten gleich sind.

Wenn in dem Augenblick da er in B ist, eine neue, der ersten ähnliche Kraft in eben derselben Richtung auf ihn wirkt, so wird er eine doppelte Kraft haben: er wird daher von B bis nach D, von D bis nach F in eben der Zeit gehen, in der er von A bis nach B gieng, das ist, er wird einen doppelten Raum beschreiben. Er würde folglich wenn die zweyte hinzugefügte Kraft zweymal

so groß als die erste gewesen wäre, eine dreymal so große Geschwindigkeit gehabt, und in einer Secunde drey Räume durchlaufen haben.

Wirkung der Kräfte, die eine entgegengesezte Richtung haben.

Wenn, während daß der Körper vermöge der ersten Kraft die Räume, A B, B C u. s. w. einförmig durchläuft, eine gleiche Kraft nach der entgegengesezten Richtung L A auf ihn wirkt, so wird seine Bewegung stoken: denn da die zwo Kräfte gleich und entgegengesezt sind, so muß die Wirkung des einen die Wirkung des andern vernichten. Allein wenn der Körper eine dreymal größere Kraft hat, so daß er in einer Secunde drey Räume durchläuft, so wird die lezte Kraft nur ein Drittel seiner Geschwindigkeit vernichten. Der Körper wird sich also nach der Richtung A L bewegen gerad als wenn er nur eine doppelte Kraft hätte, nnd er, wird in einer Secunde nur zween Räume durchlaufen. Endlich, wenn während daß er in einer Secunde drey Räume durchläuft, er auf einmal zwo Kräfte erhält, die der ersten gleich sind, eine nach der Richtung A L, die andere nach der Richtung L A, so wird er fortfahren, mit eben derselben Geschwindigkeit zu gehen: denn die zwo neuen Kräfte können keine Wirkung haben, indem sie sich wechselsweise vernichten. Dieß sind die Wirkungen der Kräfte, die gerad nach eben derselben Richtung, und der Kräfte, die

nach einer schnurstracks entgegengesezten Richtung wirken. Lassen Sie uns nun sehen, was in den andern Fällen geschehen muß.

Die Geschwindigkeit nimmt zu, wann zwo Kräfte unter einem rechten Winkel wirken.

Fig. 33.

Ich setze voraus, ein Körper bewege sich in einer Secunde einförmig von A nach B, und von B nach C, und eine neue, der ersten gleiche Kraft wirke auf eben denselben in B nach der Richtung der auf A L senkrechten Linie B b. In diesem Falle wirkt diese Kraft unter einem rechten Winkel mit der ersten. Der Körper wird seine Richtung ändern; und das was wir oben gesagt, lehrt Sie, daß er die Diagonale B d beschreiben wird. Aus eben dem Grunde, wenn die neue Kraft zweymal so groß gewesen wäre, würde der Körper die Diagonale B e beschrieben haben; und wenn sie nur die Hälfte von der ersten gewesen wäre, so würde er bloß die Diagonale B f beschrieben haben.

Sie sehen hieraus, daß, was auch die neue Kraft, die unter einem rechten Winkel wirkt, seyn mag, die Geschwindigkeit des Körpers immer dadurch vermehrt wird, weil er die Diagonale eines recht winklichten Parallelogrammes in eben der Zeit durchläuft, in der er, von einer dieser Kräfte allein getrieben, nur eine der Seiten dieses Paral-

lelogrammes durchlaufen hätte. Kurz Sie sehen, daß in dem angenommenen Fall diese zween Sätze identisch sind: die Geschwindigkeit eines bewegten Körpers nimmt zu; der bewegte Körper durchläuft die Diagonale eines recht winklichten Parallelogrammes. Sie sehen ferner die Identität folgender Sätze mit dem, was wir bereits gesagt haben, ein; und Sie werden nicht nöthig haben, daß ich Ihnen dieselbe weitläuftig erkläre.

Sie nimmt ferner zu, wann die Kräfte unter einem spitzigen Winkel wirken.

Wenn die neue Kraft unter einem spitzigen Winkel wirkt, so begreifen Sie, daß je spitziger der Winkel seyn wird, desto mehr wird ihre Richtung sich der Richtung der ersten nähern. Hieraus ziehen wir zwo Folgen, erstlich daß sie die Geschwindigkeit vermehren, zweytens daß sie dieselbe niemals so sehr vermehren wird, als wenn sie ohne Winkel, das ist, nach eben derselben Richtung gewirket hätte.

Wenn zum Exempel die neue Kraft der ersten gleich ist, und ihre Richtung in der Linie C c hat; so wird D C c der durch die beyden Richtungen formirte spitzige Winkel seyn. Je spitziger nun dieser Winkel ist, desto stumpfer ist der Winkel g c C, und desto größer ist die Diagonale C g. Diese Dia-

gonale aber ist der durchlaufene Raum, und sie drückt die Geschwindigkeit des Körpers aus.

Wenn die zweyte Kraft mit der ersten einen stumpfen Winkel macht, so wird die Geschwindigkeit eben dieselbe oder kleiner seyn.

Die Geschwindigkeit nimmt also zu, so oft eine neue Kraft unter einem rechten oder unter einem spitzigen Winkel wirkt: allein wenn die neue Kraft unter einem stumpfen Winkel wirkt, so bleibt die Geschwindigkeit entweder eben dieselbe oder sie wird kleiner.

Lassen Sie uns annehmen, daß diese Kraft der ersten gleich ist, und daß sie wann der Körper sich in k befindet, nach der Richtung K m wirkt; alsdann wird die Diagonale k n des Parallelogrammes k L m n der Linie k m gleich seyn.

[Dieses, so allgemein gesagt, ist falsch; und der Grund, den der Verfasser hinzufügt, thut gar nichts zur Sache; ich will ihn deswegen nicht hersetzen. Es ist offenbar, daß die zweyte Kraft der ersten gleich seyn, oder das K L = k m seyn kann, ohne daß die Diagonale L n der Seite K L gleich ist: dieses findet nur Statt in dem Fall da L K m ein Winkel von 120 Graden ist, denn alsdann ist K L n ein Winkel von 60 Graden, und weil K L gleich L n gesezt wird, so sind die Winkel an K n

einander gleich, folglich hat jeder 60 Grade, mithin ist L Kn ein gleichseitiges Dreyeck und K n ist gleich K L. Der Satz hätte also folgendermassen ausgedrückt werden sollen: wenn die zwo Kräfte einander gleich sind, und unter einem Winkel von 120 Graden wirken, so ist die Geschwindigkeit des Körpers gerad eben dieselbe als wenn nur Eine der Kräfte gewirkt hätte.]

Wenn die neue Kraft die Hälfte von der ersten wäre, so würde die Geschwindigkeit des Körpers vermindert werden; denn alsdann stellte k p die neue Kraft vor, und k o, kleiner als k n, wäre die durchlaufene Diagonale.

Wenn die neue Kraft zweymal so groß ist, und nach der Voraussetzung, daß sie immer unter eben demselben stumpfen Winkel wirkt, durch k r ausgedrückt wird, so wird die durch k s ausgedrückte Geschwindigkeit größer seyn.

Wennn diese Kraft unter einem stumpfern Winkel, folglich nach einer mehr entgegengesezten Richtung, wie k t, wirkt; so wird der Körper die Diagonale k m gleich K L durchlaufen; folglich wird seine Geschwindigkeit nicht zugenommen haben, ob wohl die neue Kraft größer ist als die erste.

Sie begreifen daher, daß wenn sie der ersten gleich gewesen wäre, die Geschwindigkeit sich vermindert hätte, und daß diese Verminderung desto größer gewesen wäre, je stumpfer der Winkel gewesen wäre.

Die Sätze dieses Kapitels sind mit den Sätzen des vorhergehenden Kapitels identisch.

Alle hier angeführten Sätze sind nichts anders als verschiedene Arten, nach Verschiedenheit der Fälle folgenden Satz auszudrücken: ein Körper durchläuft eine Diagonale, wann er durch zwo Kräfte, deren Richtungen einen Winkel machen, in Bewegung gesezt worden ist.

Das Gesetz, dem die Schwere folgt, und das Gesetz, dem ein Körper folgt, der durch zwo unter einem Winkel wirkenden Kräfte bewegt wird, werden mit mehrern Phänomenen, die wir erklären werden, identisch seyn.

Wir haben gesehen, daß die Schwere eine Kraft ist, vermöge der ein Körper in der ersten Secunde ohngefehr 15 Pariser Fuß durchläuft: so wirkt sie mehr bey der Oberfläche der Erde. Nun müssen wir noch lernen, mit welcher Kraft sie in jeder andern Entfernung wirkt; und wann wir uns durch die Beobachtung davon werden versichert haben, so werden wir anfangen, das Weltsystem zu fassen. Um die Phänomene zu erklären, wird es hinlänglich seyn, das Gesetz wornach sich die Schwere in

jeder Entfernung richtet, und das andere Gesetz zu betrachten dem ein Körper gehorchet, der durch zwo unter einem Winkel wirkenden Kräfte bewegt wird; Sie werden finden, daß die Wahrheiten die wir entdecken werden, nichts anders als diese zwey Gesetze sind, die nach Verschiedenheit der Fälle auf verschiedene Art ausgedrückt werden.

Drittes Kapitel.

Wie die Centralkräfte wirken.

Was man durch die Ausdrücke versteht: vom Mittelpunkt fliehende Kraft, nach dem Mittelpunkt strebende Kraft, und Centralkräfte.

Wann Sie eine Schleuder schwingen, so strebt der Stein auf der einen Seite, nach einer Tangente fortzulaufen, auf der andern wird er durch das Seil zurück gehalten. Die Kraft, mit der er strebt, sich vom Mitelpunkt seiner Bewegung zu entfernen, heißt die **vom Mittelpunkt fliehende Kraft** (*vis centrifuga*;) die, wodurch er in seinem Kreise gehalten wird, heißt die **nach dem Mittelpunkt strebende Kraft** (*vis centripeta*,) und beyde begreift man unter dem Namen **Centralkräfte.**

Verhältnis der vom Mittelpunkt fliehenden, und der nach dem Mittelpunkt strebenden Kräfte bey einem kreisförmig bewegten Körper.

Je schneller die Bewegung der Schleuder ist, desto mehr strebt der Stein fortzuschiessen, und desto mehr strebt auch das Seil ihn zurück zu halten. Sie fühlen wirklich, daß je schneller die Bewegung des Steines ist, desto stärker zieht das Seil; und Sie können bereits muthmassen, daß der Stein nur darum einen Kreis beschreibt, weil die Kraft, die ihn nach dem Mittelpunkt zieht, der Kraft, die ihn davon entfernt, gleich ist.

Ohngefehr auf diese Art bewegen sich die Planeten um die Sonne herum. Wann Sie auf der Schaubühne andere Decorationen erscheinen sehen, so können Sie sich leicht einbilden, daß die Maschinen nicht anders in Bewegung gesezt werden als durch die Seile, an die sie aufgehängt sind, und die man nicht sieht. Nun ist, mein Prinz, die Attraction nichts anders als ein unsichtbares Seil, und die Spannung dieses Seiles ist grösser oder geringer, je nachdem der Planet mehr oder weniger aus seinem Gleise strebt.

Fig. 34. Beyspiel.

Eine von A der Höhe eines Berges, geschossene Kanonenkugel, wird nach Verhältnis der Kraft des Pulvers, durch B, C, D in einer krummen Linie fortlau-

ſen; ſie würde ſogar zu dem Punkt A zurückkommen, wenn ſie in der Luft keinen Widerſtand fände, und wenn das Pulver ihr eine Wurfskraft mittheilen könnte, welche der Kraft, die ſie nach dem Mittelpunkt der Erde zieht, gleich wäre; und ſie würde fortfahren ſich ſo zu bewegen, weil die den Mittelpunkt ſtiehende Kraft der nach dem Mittelpunkt ſtrebenden Kraft allezeit gleich wäre.

Dieſe Wahrheit wird evident für Sie ſeyn, wenn Sie wahrnehmen, daß ſie mit andern Wahrheiten, die wir bewieſen haben, identiſch iſt.

Fig. 34. Ziehen Sie aus dem Mittelpunkt der Erde den Halbmeſſer A E, und auf dieſen Halbmeſſer die Linie A F ſenkrecht; Sie ſehen daß dieſe zwo Linien einen rechten Winkel machen, daß A F die Wurfskraft der Kanonenkugel und A E die Richtung der Schwere vorſtellt, die ihn gegen den Mittelpunkt der Erde treibt oder zieht.

Wenn man nun ſagt, daß dieſe zwo Kräfte, die wir als gleich annehmen, unter einem rechten Winkel wirken, ſo ſagt man damit nicht, daß ſie die Kugel dem Mittelpunkt der Erde nähern oder ſie davon entfernen; man ſagt nur ſo viel, daß die Kugel ſich mit einer größern Geſchwindigkeit be-

wegt *): und wenn man sagt, daß sie sich mit einer größern Geschwindigkeit bewegt, ohne sich weder zu nähern noch zu entfernen, so sagt man, daß sie einen Kreis beschreibt. In der That theilen Sie diesen Kreis in kleine Theile, die einander gleich seyn, und ziehen Sie Halbmesser an das Ende eines jeden Theiles; so werden Sie sehen, daß, wenn man bey jeder Abtheilung sagt, daß die Kugel vermöge dieser zwo Kräfte gleiche Diagonalen durchläuft, man so viel sagt, daß sie dadurch in einer immer gleichen Entfernung vom Mittelpunkte gehalten, und in einem Kreise herumgeführt wird.

Die Schwere oder die Attraction wirkt in gerader Verhältnis der Masse.

Die Schwere, so nennt man auch die nach dem Mittelpunkt strebende Kraft, wirkt in gerader Verhältnis der Quantität der Materie; das ist, zween Körper ziehen sich nach der Verhältnis ihrer Masse an. In der That ist die Attraction in der Masse nur darum weil sie in jedem Theil der Materie ist: sie wird folglich zweymal, dreymal u. s. w. größer seyn, wenn die Quantität der Materie

*) Der Verfasser sagt: mit einer doppelten Geschwindigkeit, das ist falsch, indem die Diagonale eines gleichseitigen Parallelogrammes nicht zweymal so groß seyn kann, als eine seiner Seiten Ueb.

zweymal, dreymal u. s. w. größer ist; wobey aber die Entfernungen bey Seite gesezt werden.

Und in umgekehrter Verhältnis des Quadrates der Entfernungen.

Ich sage, daß die Entfernungen hier bey Seite gesezt werden; denn in einer größern Entfernung wird die Attraction vermindert. In einer doppelten Entfernung wird ein Körper viermal schwächer angezogen, in einer dreyfachen Entfernung neunmal, in einer vierfachen sechszehnmal schwächer, u. s. w. Ich muß Ihnen diesen Satz fühlbar machen.

Beyspiel, daß diesen lezten Satz fühlbar macht.

Tab. IV. Fig. 35.

Wenn Sie das Licht einer Wachskerze durch ein kleines Loch gehen lassen, und die Fläche A, die einen Quadratzoll breit ist, in der Entfernung eines Fusses davor hinstellen; so wird diese Fläche auf B, das in der Entfernung von zween Fuß ist, einen Schatten von vier Quadratzoll werfen; auf C, das in der Entfernung von drey Fuß ist, einen Schatten von neun Quadratzoll; auf D in der Entfernung von vier Fuß, einen Schatten von sechszehn Quadratzoll; auf fünf, einen Schatten von 25; auf sechs, einen Schatten von 36. Mit einem Wort, der Schatten wird, wie das Quadrat der Entfernungen, größer werden.

Da nun aber der Körper A auf B einen Schatten von vier Quadratzoll wirft, auf C einen Schatten von neun, und auf D einen Schatten von sechszehn, so folgt hieraus, daß, wann er nach B gebracht wird, er nur den vierten Theil des Lichts empfangen wird, das er in A empfieng; in C nur den neunten Theil, und in D nur den sechszehnten. Das Licht nimmt also nach eben der Verhältnis ab, in der der Schatten zunimmt.

Wenn das Licht zunähme wie der Schatten, so würde es nach der Verhältnis des Quadrates der Entfernungen zunehmen: allein weil es nach eben der Verhältnis abnimmt wie der Schatten zunimmt, so sagt man, daß es nach der umgekehrten Verhältnis des Quadrates der Entfernungen wirkt.

Eben so verhält es sich mit der Wärme, wenn man annimmt, daß die Wirkung der Sonnenstrahlen die einzige Ursache davon ist: denn nach dieser Voraussetzung würde die Erde, wenn sie noch einmal so weit von der Sonne entfernt wäre, viermal minder erwärmt werden, aus eben dem Grunde weil sie viermal minder beleuchtet würde. In einer dreyfachen Entfernung, würde sie neunmal minder, in einer vierfachen Entfernung, sechszehnmal minder erwärmt worden u. s. w. die Wir-

kung der Wärme ist folglich auch in umgekehrter Verhältnis des Quadrates der Entfernungen.

Allein die Attraction so wie das Licht und die Wärme, wirkt von dem Mittelpunkt nach dem Umfang des Kreises. Sie wird also auch in umgekehrter Verhältnis des Quadrates der Entfernungen wirken, wenn sie nach eben der Verhältnis ab- und zunimmt wie das Licht und die Wärme. Nun aber nimmt sie auf diese Art ab und zu: die Erfahrung beweist es. Allein da Sie noch nicht im Stande sind, zu begreifen, wie man dieses Phänomen hat beobachten können, so ist es gegenwärtig für Sie genug, es auf das Wort der Beobachter zu glauben, und es wie sie als ein Principium anzusehen, aus dem sich andere Phänomene erklären lassen.

Das Gewicht eines Körpers in einer gegebenen Entfernung verhält sich zum Gewicht auf der Oberfläche der Erde, wie die Einheit zum Quadrate seiner Entfernung.

Da die Attraction sich nach der umgekehrten Verhältnis des Quadrates der Entfernungen richtet, so folgt hieraus, daß drey Körper, die, jeder, ein Pfund wägen, wovon aber der erste zween, der andere drey, der dritte vier Halbmesser vom Mittelpunkt der Erde entfernt ist, in der Entfernung eines Halbmessers, der erste 4, der zweyte 9, der dritte 16 Pfund wägen werden.

Denn alle diese Sätze seyen im Grund einerley, und sind bloß dem Ausdruck nach, von einander unterschieden.

Folglich (und auch dieß ist ein mit den vorhergehenden identischer Satz) verhält sich das Gewicht eines Körpers in irgend einer Entfernung, zum Gewicht, das er auf der Oberfläche der Erde haben würde, wie die Einheit zum Quadrate seiner Entfernung. Wenn ich daher wissen will, wie viel ein Körper, der in der Entfernung von 60 Halbmessern nur ein Pfund wägt, auf der Oberfläche der Erde wägen würde, so darf ich nur 60 mit 60 multipliciren, so werde ich das Quadrat 3600 haben: wenn er hingegen auf der Oberfläche nur ein Pfund wägte, so würde er in der Entfernung von 60 Halbmessern nur den 3600sten Theil eines Pfundes wägen.

Die Geschwindigkeit, mit der ein Körper sinkt, ist in umgekehrter Verhältnis des Quadrates seiner Entfernung.

Nun aber ist die Schwere eine Kraft, die die Geschwindigkeit bestimmt, mit der ein Körper sinkt. Wenn man also die Geschwindigkeit eines Körpers auf der Oberfläche der Erde kennt, so wird man seine Geschwindigkeit in jeder andern Entfernung, zum Exempel von 60 Halbmessern kennen. Ich werde nun folgende Schlüsse machen dürfen.

Ein Körper, der nahe bey der Oberfläche der Erde ist, sinkt in einer Secunde ohngefehr 15 Pariser Fuß; nun hat er in der Entfernung von 60 Halbmessern 3600 mal weniger Kraft: er wird also nur den 3600sten Theil von 15 Fuß fallen.

Wenn ich wissen will, in welcher Zeit er in dieser Entfernung die 3600 Theile, oder die 15 Fuß durchlaufen muß, so darf ich mich nur erinnern, daß die durchlaufenen Räume sich verhalten wie die Quadrate der Zeiten. Folglich da der Raum 3600 Theile enthält, so wird die Zeit die Quadratwurzel von 3600, das ist, 60 Secunden seyn.

Bey den Berechnungen ist die Identität nur desto fühlbarer, lassen Sie uns also fortfahren von einem identischen Satz zum andern zu schreiten, und sehen, wo wir anlangen werden.

Was die Kraft ist, die den Mond nach dem Mittelpunkt der Erde zieht.

Der Mond ist 60 Halbmesser weit von der Erde, folglich würde er in 60 Secunden oder in einer Minute 15 Fuß sinken, und in 60 Minuten oder in einer Stunde 3600 mal 15 Fuß, wenn er seinem Gewicht überlassen, das ist, wenn er durch die Kraft allein, die ihn der Erde zu senkt, bewegt würde: man dürfte nur bey dieser Voraussetzung die Rechnung nach den Gesetzen der zunehmenden

Geschwindigkeit anstellen, um die Zeit seines Falles zu bestimmen.

Was die Kraft ist, die den Mond vom Mittelpunkt der Erde entfernt.

Allein wenn er vermöge seines Gewichtes oder seiner nach dem Mittelpunkt strebenden Kraft 3600 mal 15 Fuß herabsinken würde, so ist klar, daß er in der Entfernung von 60 Halbmessern nur in so fern einen Kreis beschreiben wird, als er eine Kraft haben wird, die vermögend ist, ihn in einer Stunde 3600 mal 15 Fuß vom Mittelpunkt zu entfernen.

Wir wissen also, was die den Mittelpunkt fliehende, und die nach dem Mittelpunkt strebende Kraft des Mondes ist. Wir wissen anders woher, daß er seinen Umlauf um die Erde in 27 Tagen und 7 Stunden vollendet. Hieraus läßt sich die Linie seiner Laufbahn bestimmen.

Fig. 36.

Wie man die Linie findet, die der Mond um die Erde beschreibt.

Wenn wir annehmen, daß A B der Raum ist durch den er seinem eigenen Gewicht überlassen, in einem Tag herunterfallen würde, so haben wir eine der Seiten des Parallelogrammes, wovon er die Diagonale durchlaufen muß. Da aber A B die nach dem Mittelpunkt strebende Kraft vorstellt, so stellt A C, das

auf A B senkrecht ist, die Wurfskraft vor, und C D, das mit A B parallel ist, vollendet das Parallelogramm, und stellt die den Mittelpunkt fliehende Kraft vor. Es ist daher klar, daß A D die krumme Linie ist, die der Mond vermöge, der zusammenwirkenden Kräfte beschreibt. Wir werden folglich die Laufbahn dieses Planeten ohne sonderlichen Irrthum bekommen, wenn wir, ohne auf die Stunden zu achten, um die Arbeit zu erleichtern, einen Kreis beschreiben, wovon A D der 27ste Theil ist.

Wie die Beobachtungen die Rechnungen, die man hiebey macht, bestätigen.

Sie sehen nunmehr, wie Beobachtungen über die Schwere uns den Weg bahnen, die Centralkräfte des Mondes und die krumme Linie die er um die Erde beschreibt, kennen zu lernen. Allein um uns von der Wahrheit dieser Berechnungen zu versichern, müssen sie durch die Beobachtungen bestätiget werden; und wenn diese uns lehren, daß wir in der Bewegung des Mondes zu wenig oder zu viel gefunden haben, so muß sich eine Ursache entdecken lassen, die den Berechnungen nicht zuwider ist: dieß ist wirklich geschehen.

Warum es schwer ist, die scheinbaren Irregularitäten des Mondes zu erklären.

Alle Berechnungen, die wir hier gemacht haben, würden durch die Beobachtungen bestä-

tiget werden, wenn der Mond nur von der Erde angezogen würde, und einen Kreis beschriebe, in dessen Mittelpunkte wir wären. Allein erstlich wird der Mond zugleich von der Sonne angezogen; zweytens beschreibt er keinen Kreis, sondern eine Ellipse; endlich ist die Erde nicht im Mittelpunkt der Ellipse, sondern in einem ihrer Brennpunkte. Alle diese Beobachtungen erschweren die Berechnungen so sehr, daß man bisher noch nicht alle scheinbaren Irregularitäten der Bewegung des Mondes hat erklären können.

Fig. 37.

Wirkung der Attraction der Sonne auf den Mond.

Wann der Mond in A und die Erde in T ist, so zieht die Sonne S sie mit gleicher Kraft an, weil sie von dem einen und der andern gleich entfernt ist. In diesem Fall wird die Schwere des Mondes, die ihn der Erde zu senkt, in nichts geändert werden. Allein wenn der Mond in B ist, so wird er mehr von der Sonne angezogen werden, weil er näher bey ihr ist, und folglich minder von der Erde angezogen wird. In C wird der Zug des Mondes gegen die Erde ebrn derselbe seyn wie in A. Endlich da die Erde in D mehr von der Sonne angezogen wird, so wird sie sich von dem Mond entfernen, der aus diesem Grund eine geringere Schwere gegen die Erde haben wird. So zielt in allen Punkten seines Umlaufs, ausge-

nommen in A und C, die Wirkung der Sonne mehr oder weniger darauf ab, diese zween Planeten von einander zu entfernen. Ueberdieß ändert sich diese Wirkung, je nachdem die Erde und der Mond, den sie in ihrem Umlauf nach sich zieht, sich der Sonne nähern, oder sich davon entfernen. Hieraus werden Sie begreifen, daß die Bewegung des Mondes bald schneller, bald langsamer werden muß, und daß die Linie, die er beschreibt, nicht sonderlich regelmäßig seyn kann.

Es ist unnütz, sich weiter in diese Materie einzulassen. Ich begnüge mich, Ihnen allgemeine Aussichten zu zeigen; um Sie in den Stand zu setzen, die Sache gründlicher zu studiren, wenn Sie die Wißbegierde dazu haben, und wenn Beschäftigungen, die Ihrem Stande gemässer sind, Ihnen Zeit dazu lassen werden.

Vierter Kapitel.

Von den Ellipsen, die die Planeten beschreiben.

Die Ellipsen lassen sich durch eine Reyhe von Sätzen erklären, die mit dem, was bereits bewiesen worden ist, identisch sind.

Der Mond beschreibt um die Erde, die Planeten und die Cometen um die Sonne herum Ellipsen. Diejenige, die ich Ih

nen zum Beyspiel geben will, ob sie schon excentrischer ist als irgend eine von denen, die die Planeten beschreiben, ist es dennoch minder als die der Cometen: allein sie ist hinreichend, die einen und die andern zu erklären, weil die Gesetze für alle einerley sind.

Vor allen Dingen will ich Ihnen zu bemerken geben, daß das, was wir sagen werden, um diese Ellipsen zu erklären, im Grund auf das hinausläuft, was wir bereits gesagt und bewiesen haben, da wir die krumme Linie, die man Parabel nennt, erklärten: nemlich daß die himmlischen Körper nur darum Ellipsen beschreiben, weil sie zwo Kräften gehorchen, deren Richtungen immer einen Winkel machen, und sich daher von Diagonale zu Diagonale bewegen.

Fig. 38. Ein Theil der Ellipse, der mit einer zunehmenden Bewegung beschrieben wird.

Ein nach der Richtung A a geworfener Körper wird von der Sonne nach der Richtung A S, das ist, unter einem rechten Winkel angezogen: er wird daher mit einer zunehmenden Bewegung von A nach B gehen. Wann er in diesem Punkt angelangt seyn wird, so würde er vermöge der Wurfskraft sich nach der Linie B b bewegen; allein er wird unter einem spizigen Winkel nach der Richtung B S gezogen; seine Geschwin-

digkeit wird daher ferner zunehmen, und er wird von B bis nach C gehen. Da auf diese Art die Richtung der Wurfskraft nach der Tangente, mit der Richtung der Schwere immer einen spitzigen Winkel macht, so werden die zwo vereinigten Kräfte die Bewegung des Planeten beschleunigen, bis er in P anlangt.

Ein Theil der Ellipse, wo die Bewegung langsamer wird.

Wann er in P angelangt ist, so macht die Richtung der Wurfskraft nach der Tangente P p einen rechten Winkel mit P S, der Richtung der Schwere: der Planet wird also nach F gehen. Allein da er mit einer zunehmenden Geschwindigkeit von D nach P gekommen ist, so geht er mit einer abnehmenden Geschwindigkeit von P nach F.

In F macht die Richtung der Wurfskraft nach der Tangente F f einen stumpfen Winkel mit F S, der Richtung der Schwere: die Geschwindigkeit wird also wiederum vermindert werden, und zwar so lang bis der Planet in A zurückkommt, weil die Winkel immer stumpf seyn werden.

Das Zunehmen und Abnehmen der Winkel ist nicht die einzige Ursache, warum die Geschwindigkeit zunimt und abnimmt.

Allein man muß bemerken, daß das Zunehmen und Abnehmen der Winkel nicht die einzige Ursache ist, warum die Ge-

schwindigkeit zunimmt und abnimmt. Denn von A nach P nehmen die Winkel nur bis halbwegs ab, so wie sie von P nach A nur bis halbwegs zunehmen. Das Zunehmen und das Abnehmen der Geschwindigkeit hat folglich noch eine andere Ursache. In der That beschleuniget der Planet seine Bewegung, wenn er von A nach P kommt, weil er sich der Sonne nähert; die ihn nach der umgekehrten Verhältnis des Quadrates der Entfernungen anzieht; und seine Bewegung wird langsamer, wenn er von P nach A zurückkehrt, weil er minder von der Sonne angezogen wird, so wie er sich weiter davon entfernt.

Fünftes Kapitel.

Von den himmlischen Räumen, die sich wie die Zeiten verhalten.

Was man durch den Radius Vector, und die von ihm beschriebene Area versteht.

Fig. 38.

Wann der Planet von A durch B, C u. s. w. geht, so stellt man sich den Halbmesser S A als eine Linie vor, die den Planeten von einem Punkte der krummen Linie zum andern trägt; und, indem sie mit ihm fortrückt, den Raum, so zu reden, fegt oder bestreicht, so wie der Planet die dem Mittelpunkt S entgegengesezte Seite durch-

läuft. Eine Linie wie S A heißt der Radius Vector (der führende Halbmesser,) und das Dreyeck A S B die Area oder der himmlische Raum.

Die himmlischen Räume verhalten sich wie die Zeiten.

Alle Astronomen wissen heut zu Tage, daß die von einem Planeten beschriebenen himmlischen Räume sich wie die Zeiten verhalten, das ist, daß sie in gleichen Zeiten gleich sind. Kepler ist der erste, der dieses Phänomen entdeckt und gemuthmasset hat, daß die Schwere, die den Planeten gegen die Sonne treibt, die Ursache davon ist. Newton hat die Wahrheit dieser Entdeckung und dieser Muthmassung bewiesen.

Diese Wahrheit fällt in die Augen, wenn der Planet sich in einer kreisförmigen Laufbahn bewegt.

Wann ein Planet sich kreisförmig um einen Mittelpunkt bewegt, so durchläuft er in gleichen Zeiten gleiche Kreisbogen. In diesem Falle sind die himmlischen Räume, die der Radius Vector bestreicht, nicht nur gleich, sondern auch ähnlich; und diese Aehnlichkeit macht, daß ihre Gleichheit in die Augen fällt. Dieß ist es was jedes mal geschehen muß, wann der Planet in einer Kreisförmigen Laufbahn herumgeführt wird; denn da auf diese Art seine Geschwindigkeit weder zunimmt noch abnimmt, so ist klar, daß der Radius Vector in gleichen Zeiten gleiche und ähnliche Räume durchläuft.

So

So scheinen die Trabanten sich um den Jupiter zu bewegen: zwar müssen sie nach ihren verschiedenen Lagen sich mehr oder minder von ihm entfernen; denn sie sind nicht immer gleich weit von der Sonne entfernt. Allein wir können diese Ungleichheiten bey Seite setzen, indem sie nicht beträchtlich genug sind, um durch das Fernrohr beobachtet zu werden.

Beweis dieser Wahrheit, wann ein Planet sich in einer Ellipse bewegt.

Wann der Umlauf des Planeten in einer Ellipse geschieht, und der Mittelpunkt der Bewegung in einem der Brennpunkte ist, so beschreibt der Radius Vector auch da gleiche Räume. Diese Gleichheit ist Anfangs nicht sonderlich fühlbar, weil die Räume nicht alle einander ähnlich sind, und Sie die Aehnlichkeit nur zwischen denjenigen finden werden, die in gleichen Entfernungen von dem Perihelio und Aphelio sind.

Fig. 38. Allein ob gleich nicht alle Räume einander ähnlich sind, so sind sie doch alle gleich, indem die kürzern an Breite ersetzen was ihnen an Länge abgeht. Sie können das in der Figur auf eine fühlbare Art sehen: allein ich kann Ihnen den Beweis davon geben.

Sie wissen, daß das Maaß der Fläche eines Dreyecks, oder des zwischen seinen Seiten enthaltenen Raumes das Product aus der Höhe in die Hälfte seiner Grundlinie ist, und Sie schliessen hieraus, daß die Flächen gleich sind, wenn die Dreyecke gleiche Grundlinien und gleiche Höhen haben.

Fig. 39. Lassen Sie uns setzen, daß ein einförmig bewegter Körper in gleichen Zeiten die gleichen Linien A B, B C durchläuft; so ist klar, daß die himmlischen Räume A S C, B S C, die der Radius Vector beschreibt, gleich sind, indem diese Dreyecke gleiche Grundlinien und eben dieselbe Höhe haben: gleiche Grundlinien, weil B C gleich A B ist, und eben dieselbe Höhe, weil die Höhe des einen und des andern die von dem Scheitel S auf A C senkrecht gezogene Linie ist.

So lang also der Körper fortfahren wird, sich auf eben derselben Linie zu bewegen, und so lang die Dreyecke ihren gemeinschaftlichen Scheitel in eben demselben Punkte haben werden, so werden die Räume fortfahren gleich zu seyn, und sie werden nur darin von einander unterschieden seyn, daß sie an Länge gewinnen was ihnen an Breite abgeht.

Wann nun dieser Körper anstatt einer geraden Linie um den Punkt S, wo wir den Scheitel der

Dreyecke festgesezt haben, eine krumme Linie beschreibt; so wird diese Richtung nicht die Größe der himmlischen Räume, sondern bloß ihre Figur ändern, indem die Breite das ersezt was sie an Länge verlieren. In der That theilen sie dem Körper, wann er in C angelangt ist, eine Kraft mit, die, für sich allein wirkend, vermögend ist, ihn nach E zu bringen, in eben der Zeit, da er durch seine einförmige Bewegung von C bis nach D gegangen wäre; so ist aus dem, was wir oben bewiesen haben, klar, daß dieser Körper, indem er zwoen Kräften gehorcht, die Diagonale C F des Parallelogrammes C D F E in eben der Zeit durchlaufen wird, in der er C E oder C D durchlaufen hätte. Der Radius Vector wird folglich den Raum S C F beschreiben. Nun ist dieser Raum dem Raume S C D gleich, weil die zwey Dreyecke C S zur gemeinschaftlichen Grundlinie, und, da sie zwischen den zwo Parallellinien C E und D F sind, das von einer dieser Linien auf die andere gezogene Loth zur gemeinschaftlichen Höhe haben. Sie sehen leicht ein, daß man durch eben diese Schlüsse die Gleichheit der folgenden Räume darthun kann.

Die himmlischen Räume verhalten sich wie die Zeiten nur in dem Fall da man voraussezt, daß der Planet im

Allein wenn die Richtung nicht immer nach dem Punkt S, sondern durch Intervalle nach irgend einem benachbarten Punkt

mer gegen einerley Mittelpunkt gezogen wird.

gienge, so würden die himmlischen Räume nothwendig ungleich seyn; denn anstatt in der Linie D F anzulangen, würde der Körper in eben der Zeit über diese Linie hinausgehen, oder sie nicht erreichen; folglich würden die beschriebenen Räume mehr oder minder groß seyn als S C D.

Es ist folglich gewiß, daß, wann ein Körper sich in einer krummen Linie bewegt, die beständige Richtung nach eben demselben Punkt ein Beweis ist, daß sich die himmlischen Räume wie die Zeiten verhalten: woraus Sie den umgekehrten Satz schliessen können, daß nemlich, wenn sich diese Räume wie die Zeiten verhalten, solches ein Beweis ist, daß ein Körper beständig nach eben demselben Punkte gezogen wird.

Folgen, die aus dieser Wahrheit fliessen.

Diese Wahrheit, eine der wichtigsten in dem System des Newtons, ist ein Gesez, wovon die Natur niemals abweicht. Man darf nur mit dem Kepler die Trabanten des Jupiters beobachtet, und mit ihm wahrgenommen haben, daß die beschriebenen Räume sich wie die Zeiten verhalten, so wird man alsobald versichert seyn, daß die Trabanten immer nach dem Mittelpunkte ihres Hauptplaneten gezogen werden. Eben so wird der Mond in seinem ganzen

Umlaufe nach dem Mittelpunkt der Erde gezogen, wenn sein Radius Vector in gleichen Zeiten immer gleiche Räume beschreibt: und wenn man in den beschriebenen Räumen einige Ungleichheit bemerkt, so ist dieß ein Beweis, daß der Mond nicht genau nach dem Mittelpunkt unseres Erdballes gezogen wird. Endlich kann man nicht mehr zweifeln, daß alle Planeten nach dem Mittelpunkt der Sonne gezogen werden, wenn ein von jedem derselben auf diesen Mittelpunkt gezogener Radius, in gleichen Zeiten gleiche Räume beschreibt: man darf nur beobachten.

Warum ein Comet nicht in die Sonne fällt, und warum er nicht aus seiner Laufbahn fährt.

Vielleicht werden Sie mich fragen, warum ein Comet, wann er in seinem Perihelio ist, nicht in die Sonne fällt; und warum, wann er in seinem Aphelio ist, er nicht aus seiner Laufbahn fährt. In der That in einer Ellipse, dergleichen ich Ihnen eine zum Beyspiel gegeben habe, ist er in seinem Perihelio der Sonne 6 mal näher, und wird folglich 36 mal stärker angezogen; und in seinem Aphelio ist er 6 mal weiter entfernt und wird also 36 mal schwächer angezogen. Allein bemerken Sie, daß er in eben dem Maaße, wie er mehr angezogen wird, eine größere Geschwindigkeit bekommt; und daß die Geschwindigkeit nicht zunehmen kann, ohne daß die den Mit-

telpunkt ſtiehende Kraft zugleich zunehme. Aus einem entgegengeſezten Grunde nimmt ſeine Geſchwindigkeit ab, in dem Maaße wie er minder angezogen wird, folglich nimmt auch die den Mittelpunkt ſtiehende Kraft nach eben der Verhältnis ab.

Sie ſehen hieraus, daß je excentriſcher die Ellipſe iſt, deſto verſchiedener iſt die Geſchwindigkeit von dem Aphelio bis zum Perihelio. Dieß iſt es, was den Cometen wiederfährt: ſie bewegen ſich mit großer Geſchwindigkeit in dem untern Theil ihrer Laufbahn, dem Perihelio; langſam in dem obern Theil, dem Aphelio: und dieſe zunehmende und abnehmende Geſchwindigkeit iſt die Urſache, warum der Radius Vector Räume beſchreibt, die ſich wie die Zeiten verhalten.

Fig. 40.

Seine Schwere gehorcht eben den Geſezen wie die Schwere nahe bey der Oberfläche der Erde.

Um zu begreifen, wie die Schwere der Planeten und Cometen mit der Schwere der Körper auf der Erde übereinſtimmt, dürfen Sie nur ſetzen, ein Körper werde von der Oberfläche der Sonne ſo geworfen, daß er durch die Linie B A bis nach A ſteige: denn nach dieſer Vorausſetzung ſehen Sie, daß er ſich mit einer abnehmenden Geſchwindigkeit bis nach A erheben wird, und daß wann er in dieſem Punkt angelangt iſt, wo die Wurfskraft und die

Kraft, die ihn nach dem Mittelpunkt S zieht, unter einem rechten Winkel wirken, er mit einer zunehmenden Geschwindigkeit durch die Linie A b fallen wird. Wenn Sie eben diesen Körper in einer gewissen Entfernung von der Sonne nach einer mit B A parallelen Richtung werfen, so wird er zum Exempel von C nach D gehen; und indem er in dieser krummen Linie fortfährt, die Ellipse C D c beschreiben. Dieß sind Folgerungen aus dem was wir oben gesagt, oder Sätze, die mit denen identisch sind, die wir oben bewiesen haben.

Die Planeten und Cometen müssen sich beständig der Sonne nähern.

Dem ohngeachtet muß man nicht glauben, daß die Cometen und Planeten sich ewig in den Laufbahnen bewegen müssen, die sie einmal durchlaufen haben. Das würde wahr seyn, wenn sie in einem vollkommen leeren Raume schwebten, wo sie keine Art von Widerstand finden: allein das Licht, das alle himmlische Räume durchfährt, und die feinen Theilchen, die den Cometen und Planeten entgehen, sind eine Hindernis für die Bewegung dieser Körper die um die Sonnne herum laufen. Zwar ist dieser Widerstand viele tausendmale kleiner als der, den die Luft, die die Erde umgiebt, verursachen würde; allein es ist eben doch ein Widerstand. Die Wurfskraft dieser Körper, folglich auch ihre den Mittelpunkt fliehende

Kraft nimmt also nach dem Verhältnis dieser Hindernisse ab, und da die Attraction der Sonne, oder die nach dem Mittelpunkt strebende Kraft immer eben dieselbe bleibt, so müssen alle Planeten sich beständig, wiewohl auf eine unmerkliche Art, der Sonne nähern. Es braucht also nur eine gewisse Anzahl Jahre, so werden alle Planeten nacheinander in die Sonne fallen. Dieß ist die Ursache, warum Newton gesagt hat, die Welt daure nur, in so fern Gott diese unermeßliche Maschine wieder aufziehen werde. Es giebt so gar Astronomen, die in der Laufbahn der Planeten bereits einige Aenderungen glauben wahrgenommen zu haben. Dieß sind weiter nichts als Muthmassungen: lassen Sie uns aber doch sehen, wie ein Comet in die Sonne fallen kann.

Wie ein Comet in die Sonne fallen kann.

Man hat beobachtet, daß die Sonne eine große Dunstkugel hat. Ihre Oberfläche muß wegen ihrer erstaunlichen Hitze Ausflüsse ausströmen, die rund um sie her wallen, und ein Medium formiren, das zum mindesten eben so dicht ist als unsere Luft.

Fig. 41. Es sey A B C die Laufbahn eines Cometen, und B L M die Dunstkugel der Sonne. Wann der Comet von dem Aphelio A zu dem Perihelio B kommt, so findet er in B ei-

nen Widerstand, der seine Wurfskraft vermindert. Die Attraction der Sonne wird seiner Laufbahn mehr Krümme geben, und er wird durch b steigen, anstatt durch C zu gehen; indem er also eine verlängerte Ellipse beschreibt, so wird er bis zu a steigen. Von da aus wird er bis nach B fallen, und sich der Sonne noch mehr nähern; und wenn er durch D gefahren ist, wird er bis nach E gehen; von da aus wird er durch die Linie E S in die Sonne stürzen. Es ist also möglich, daß Cometen in die Sonne fallen. Die Newtonianer vermuthen so gar, daß dieses wirklich geschehe, und sie halten es für nothwendig, damit dieses Gestirn neue Nahrung bekomme, da es sonst, durch Ausströmung seines Lichts in das ganze Planetensystem, sich unvermerkt erschöpfen würde.

Wann der Comet eine Laufbahn beschriebe, dergleichen wir oben eine gezeichnet haben, so würde es Jahrtausende brauchen, bis in seinem Umlauf eine solche Unordnung entstünde, daß er in die Sonne fallen müßte.

Die Excentricität der Laufbahnen der Planeten ist merklich genug, um beobachtet zu werden.

Obwohl die Laufbahnen der Planeten beynahe Kreisförmig sind, so ist doch, da die Brennpunkte der Ellipsen sehr von einander entfernt sind, die Excentricität merklich ge-

nug, um beobachtet zu werden. Daher ist auf unserer nördlichen Halbkugel unser halbes Winterjahr, da wir durch das Perihelium gehen, um acht Tage kürzer als unser halbes Sommerjahr.

Die Umläufe sind kürzer nach dem Verhältnis wie die Planeten der Sonne näher sind.

Aus allem was wir gesagt haben, können Sie abnehmen, daß die Planeten ihre Umläufe in einer desto kürzern Zeit vollenden, je näher sie der Sonne sind, weil die Geschwindigkeit größer ist. In der That wann der Planet näher ist, so erfodert die nach dem Mittelpunkt strebende Kraft, die stärker wird, daß die den Mittelpunkt fliehende Kraft gleicher Weise stärker werde; und so kann es nicht fehlen, diese beyden Kräfte müssen ihn mit mehr Geschwindigkeit herumführen. Dieses wird durch die Beobachtungen bestätiget.

Sechstes Kapitel.

Von dem gemeinschaftlichen Schwerpunkte zwischen mehrern Körpern, dergleichen die Planeten und die Sonne sind.

Der Begrif der Wage läßt sich auf zween Körper anwenden, die sich um einen gemeinschaft-

Die Attraction eines Körpers verhält sich wie die Quantität seiner Materie. Folglich werden

lichen Schwerpunkt bewegen.

zween an Masse gleiche und im leeren Raum liegende Körper

Fig. 42.

einander gleich stark anziehen; A zum Exempel wird B mit eben der Kraft anziehen, mit der es angezogen wird, folglich werden sie sich einander mit gleichen Geschwindigkeiten nähern, und in der Mitte C zusammentreffen.

Hat A eine doppelte Masse, so wird es B doppelt stärker anziehen; es wird ihm daher eine Geschwindigkeit geben, die doppelt so groß ist als die, die es von ihm erhält; und der Punkt des Zusammentreffens wird um so näher bey A seyn; je größer seine Masse in Absicht auf die Masse von B seyn wird.

A hat seinen Schwerpunkt in B, von dem es angezogen wird, und B hat den seinigen in A, von dem es auch angezogen wird: allein vermöge dieser wechselseitigen Attraction sind sie gerad so, als wenn sie, ohne von einander angezogen zu werden, jedes bloß von dem Punkt, wo sie sich zu vereinigen streben, angezogen würden; und wenn wir einen dritten Körper annehmen, so würden A und B von ihm so angezogen werden, als wenn ihre zween Punkte in dem Punkt, gegen den sie sich wechselsWeise hinziehen, vereiniget wären. Um dieses noch mehr zu erläutern, setzen Sie, daß A und B an ei-

nem Wagebalken angeheftet sind, der sie hindere, sich einander zu nähern, und hängen sie diesen Wagebalken an dem Punkt auf, in dem sie sich vereiniget hätten; so werden Sie eine Wage haben, bey welcher A und B im Gleichgewichte seyn werden, weil die Entfernung des Körpers A von diesem Punkt, sich zur Entfernung des Körpers B von eben diesem Punkt verhält wie die Masse von B zu der Masse von A; und sie werden von einem dritten Körper so angezogen werden, als ob ihre ganze Schwere in dem Aufhängungspunkte vereiniget wäre.

Zum Exempel auf den Mond und die Erde, die sich in ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt bewegen.

Nun können Sie sich den Mond und die Erde an den beyden Enden dieses Wagebalkens vorstellen, und sich einbilden, als hielten Sie dieselben über der Sonne aufgehängt, so wie Sie zween Körper mit einer Wage aufgehängt halten: denn das Gleichgewicht wird in beyden Fällen Statt finden, wenn die Entfernungen vom Aufhängungspunkte sich umgekehrt wie die Massen verhalten.

Hier haben Sie also den Mond und die Erde im Gleichgewicht an den beyden Enden eines Wagebalkens, der über der Sonne aufgehängt ist. Allein wenn die Kraft der Attraction und die Wurfskraft, mit einander vereiniget, gerad eben die Wir-

kung hervorbringen wie der aufgehängte Wagebalken; so folgt daraus, daß die Revolutionen der himmlischen Körper Sätze machen werden, die mit dem, was wir bey den Schlüssen über die Wage gesagt haben, identisch seyn werden.

Da nun der Mond und die Erde um 60 Halbmesser von einander entfernt sind, so lassen Sie uns dieselben mit einer Kraft werfen, deren Richtung mit der Richtung ihrer wechselseitigen Schwere einen rechten Winkel mache; alsdann werden sie, anstatt zusammen zu stossen, um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt herumlaufen. Die mit der Schwere vereinigte Wurfskraft wird also die Wirkung eines Wagebalkens haben, wodurch sie von einander abgesondert gehalten werden; und der Mittelpunkt ihrer Revolution wird eben der Punkt seyn, der der Aufhängungspunkt bey einer Wage gewesen wäre. Wie also, wenn man sie in einer Wage wägen würde, die Erde, die 40 mal mehr Materie hat, mit dem Monde nur alsdann im Gleichgewicht seyn würde, wann sie ohngefehr 40 mal näher bey dem Aufhängungspunkt wäre; eben so wird das Gleichgewicht zwischen diesen zween Planeten um einen Revolutionspunkt sich nur alsdann erhalten, wann die Erde ohngefehr 40 mal näher bey dem Mittelpunkt seyn wird.

Und auf diese zween Planeten, die sich um die Sonne herumbewegen

Sie entdecken also den Begrif der Wage bey der Revolution der Sonne und der Erde um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt; und Sie entdecken ihn gleicher Weise bey der Revolution dieser zween Planeten um die Sonne.

Als wir dieselbe an den beyden Enden eines Wagebalkens aufgehängt hielten, so konnten sie gegen dieses Gestirn nur in so fern fallen als der Aufhängungspunkt selbst fallen würde. Wenn Sie also einen Wagebalken erdenken wollten, der sie hinderte, sich mit der Sonne zu vereinigen, so müßte eines von seinen Enden in diesem Gestirn, und das andere in dem Aufhängungspunkte dieser zween Planeten seyn, und wenn Sie den Punkt suchten, an den Sie diesen Wagbalken aufhängen wollten, um diese zwey Gewichter in ein Gleichgewicht zu bringen, so würden Sie den Punkt suchen, dessen Entfernung von der Sonne sich zur Entfernung von den Planeten verhält, wie die Masse der Planeten zur Masse der Sonne. Alsdann, wann Sie diese Wage ergriffen, würden Sie die Sonne und den Schwerpunkt der beyden Planeten im Gleichgewicht halten.

Allein wie eine Wurfskkraft den zween Planeten eine Bewegung um ihren gemeinschaft-

lichen Schwerpunkt gegeben hat, so wird eine andere, diesem Mittelpunkt und der Sonne zugleich eingedrückte Wurfskraft diesem Mittelpunkt und der Sonne eine Bewegung um einen andern Schwerpunkt geben. Man darf sie nur mit Kräften werfen, die vermögend sind, die Wirkung ihrer wechselseitigen Schwere im Gleichgewicht zu halten.

So macht die Erde, die von der Sonne um eilftausend Halbmesser, das ist, ohngefehr 33 Millionen französische Meilen entfernt ist, ihre jährliche Revolution. Allein Sie müssen bemerken, daß, wegen der überschwenglichen Masse der Sonne, diese Entfernung zu klein ist, als daß der gemeinschaftliche Schwerpunkt ausserhalb dieses Gestirnes liegen sollte: er liegt daher in demselben, und wir können ohne merklichen Irrthum die Sonne als ruhend ansehen.

Verschiedene Lagen des Mondes und der Erde während ihrer Revolution um die Sonne.

Fig. 43.

Um uns nach dieser Voraussetzung die Revolution des Mondes und der Erde vorzustellen, so sey die Sonne in S; der gemeinschaftliche Schwerpunkt des Mondes Q wann er voll ist, und der Erde M, sey F; wann nach seinem vollendeten Umlauf der Mond aufs neue voll wird, so sey eben dieser Mittelpunkt in A; endlich sey F D A die Laufbahn, die dieser Mittelpunkt um die Sonne beschreibt.

Wenn wir alsdann den Mondes Umlauf in 4 gleiche Theile theilen, so wird nach dem ersten der Schwerpunkt in E, der Mond in p. die Erde in L seyn; nach dem zweyten, wenn Neumond ist, wird der Schwerpunkt in D, der Mond in R, die Erde in J seyn; in dem folgenden Viertheil wird der Schwerpunkt in B, der Mond in o, die Erde in H seyn; endlich wann Vollmond ist, so wird, wenn der Schwerpunkt in A gesezt wird, der Mond in N, die Erde in G seyn: lauter Sätze, die auf die Revolution der Erde und des Mondes um einen Schwerpunkt, der eine Laufbahn um die Sonne beschreibt, gegründet sind.

Es scheint also, daß die Erde die krumme Linie M L I H G durchläuft: allein da diese Irregularität zu unbeträchtlich ist, als daß sie könnte beobachtet werden, so können wir ohne merklichen Fehler annehmen, das der Mittelpunkt der Erde die Bahn F D A durchläuft; denn M F oder D T. das die größte Entfernung ausdrückt, in der sich die Erde von dieser Laufbahn befinden kann, ist weiter nicht als ohngefehr der 40ste Theil der Entfernung F S. Daher sieht man die Erde an als wäre sie im Mittelpunkt der Revolutionen des Mondes, und als durchliefe sie selbst die von dem Schwerpunkt beschriebene Laufbahn.

Wie man den gemeinschaftlichen Schwerpunkt zwischen den Planeten und der Sonne ohngefehr bestimmt.

Lassen Sie uns auf eine successive Weise und nach einer Richtung, die der Richtung der Erde sehr nahe kommt, den Merkur, die Venus, den Mars, den Jupiter und den Saturn werfen; und zwar so, daß Merkur 4257, Venus 7953, Mars 16764, Jupiter 57200, Saturn 104918 Erdmesser von der Sonne entfernt seyn; welches ohngefehr die mittlern Entfernungen dieser Planeten von der Sonne sind.

Nach diesen Voraussetzungen wird es mir leicht seyn, Ihnen begreiflich zu machen, wie man den gemeinschaftlichen Schwerpunkt zwischen allen diesen Weltkörpern bestimmt. Gleichwohl muß ich Sie erinnern, daß meine Absicht nicht ist, Ihnen hierüber die genauesten Ideen zu geben: das würde Rechnungen erfodern, in die wir beyde uns nicht einlassen können. Ich werde mich daher begnügen, Sie mit der Art, wie man hierüber raisonnirt, bekannt zu machen.

Je mehr ein Körper Maasse hat, desto näher ist er bey dem gemeinschaftlichen Schwerpunkt. Nun hat die Sonne eine Milion mal mehr Materie als Merkur; ihre Entfernung ist also eine Million mal geringer. Da aber die Entfernung des Merkurs von der Sonne 4257 ist, so können Sie

den gemeinschaftlichen Schwerpunkt nicht eine Million mal näher zur Sonne rücken, ohne ihn in eine sehr geringe Entfernung von dem Mittelpunkt dieses Gestirnes zu setzen.

In der That wenn diese zween Körper gleich wären, so würde der gemeinschaftliche Schwerpunkt 2128 Erdmesser von dem Mittelpunkte eines jeden entfernt seyn. Der gemeinschaftliche Schwerpunkt wird sich daher dem Mittelpunkt der Sonne nähern, so wie Sie die Masse dieses Gestirnes vermehren werden. Wenn sie eine Million mal grösser seyn wird, so wird dieser Mittelpunkt eine Million mal näher bey dem Mittelpunkte der Sonne seyn.

Nun lassen Sie uns 4257 in eine Million Theile theilen: ein einziger dieser Theile wird die Entfernung des Mittelpunktes der Sonne von dem Schwerpunkte messen.

Da die Masse der Venus sich zur Masse der Sonne verhält wie 1 zu 169282, so wird sie den Schwerpunkt der drey Körper ein wenig vorwärts ziehen; aus eben dem Grunde wird sie von der Erde und dem Mars noch mehr angezogen werden: allein da Jupiter eine große Masse hat, und überdieß von der Sonne sehr weit entfernt ist, so wird der Schwerpunkt der Sonne und des Ju-

piters ein wenig ausserhalb der Oberfläche der Sonne liegen; folglich wird der Schwerpunkt der fünf Körper noch weiter vorwärts rücken.

Allein da die Masse des Saturns nur ohngefehr ein Drittel von der Masse des Jupiters ist, so würde der gemeinschaftliche Schwerpunkt ein wenig innerhalb der Oberfläche liegen, wenn wir annähmen, daß dieser Planet und die Sonne für sich allein wären. Wann wir alle diese Körper beysammen betrachten, und alle Planeten auf eine Seite stellen werden, so wird der gemeinschaftliche Schwerpunkt ferner von der Oberfläche wegrücken. Hingegen wird er in die Oberfläche hineinrücken, wann Jupiter auf der einen, und Saturn auf der andern Seite seyn wird; was auch immer die Lage der andern Planeten seyn mag. Denn sie sind zu nahe, und haben zu wenig Materie, um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt ausserhalb der Sonne zu ziehen. Nun aber ist es dieser Mittelpunkt, und nicht der Mittelpunkt der Sonne, der in unserm System ruht: daher hat dieses Gestirn eine Art wellenförmiger Bewegung.

Die Masse des Jupiters übertrift so sehr die Masse seiner Trabanten, daß der gemeinschaftliche Schwerpunkt der fünf Körper sehr wenig von dem Mittelpunkte dieses Planeten entfernt ist. Eben

dieses gilt von dem Saturn, in Absicht auf seine Trabanten und seinen Ring.

Hieraus folgt, daß, um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt unsers Planetensystems zu verrücken, man nur einen Planeten hinzuthun oder wegnehmen dürfte; und daß diese Veränderung mehr oder weniger beträchtlich seyn würde, je nachdem die Masse und die Entfernung des hinzugefügten oder weggenommenen Planeten mehr oder weniger beträchtlich wären.

Siebentes Kapitel.

Von der wechselseitigen Schwere der Planeten gegen einander, und der Planeten gegen die Sonne.

Irregularitäten, die die Attraction der Sonne in der Bewegung des Mondes verursacht.

Fig. 43.

Alle Körper unsers Planetensystems wirken wechselsweise aufeinander nach der umgekehrten Verhältnis des Quadrates ihrer Entfernungen, und nach der geraden Verhältnis ihrer Massen.

Wann der Mond sich in seinem ersten und in seinem lezten Viertheil befindet, so ist es gerad als wenn er bloß von der Erde angezogen würde,

indem alsdann diese beyden Körper von der Sonne angezogen werden.

Allein wann er von seinem zweyten Viertheil zu dem Punkte rückt, wo er in der Conjunction ist, so nimmt seine Geschwindigkeit zu, weil er mehr gegen die Sonne gezogen wird; so wie sie abnimmt, wann er gegen sein erstes Viertheil rückt, weil er von der Sonne minder angezogen wird.

Endlich wann er von seinem ersten Viertheil zu dem Punkte rückt, wo er in der Opposition ist, um zu seinem lezten Viertheil zurück zu kommen; so nimmt seine Geschwindigkeit wiederum zu, weil er der Attraction der Erde um so mehr gehorcht, je weniger er, wegen seiner größern Entfernung von der Sonne, von ihr angezogen wird. Hiezu kommt noch, daß diese doppelte Attraction verschiedene Wirkungen hervorbringt, je nachdem die Erde in ihrem Perihelium oder Aphelium ist.

Diese zunehmende und abnehmende Geschwindigkeit des Mondes ist folglich eine Wirkung der Attraction der Sonne, mit der Attraction der Erde vereiniget; und der Mond würde mit seinem Radius Vector Räume beschreiben, die sich wie die Zeiten verhielten, wenn er bloß von unserm Erdball angezogen würde. Die Irregularitäten seines

Umlaufes sind also keine Schwürigkeit wider das Newtonische System welches vielmehr dadurch bestätiget wird.

Warum die Irregularitäten, die sie bey den Trabanten des Jupiters und des Saturns verursacht, nicht merklich sind.

So entfernt auch immer die Trabanten des Jupiters und des Saturns von der Sonne sind, so gehorchen sie dennoch eben demselben Gesetz; allein um so weniger, je weiter sie von der Sonne sind: und obschon die Wirkung der Sonne ihren Lauf nothwendig um etwas verrücken muß, so ist sie doch in Vergleichung der Wirkung des Saturns und des Jupiters so gering, daß diese Verrückung durch das Fernrohr nicht kann beobachtet werden.

Irregularitäten, die in dem Laufe der Planeten durch ihre wechselseitige Attraction hervorgebracht werden.

Da die Planeten auch wechselsweise auf einander wirken, so müssen sie einander in ihrem Laufe stören; und man bemerkt wirklich diese Störung in dem Laufe des Saturns und des Jupiters, wann diese beyden Planeten auf eben derselben Seite sind. Wenn man nicht eben dieses bey den andern Planeten wahrnimmt, so kommt dieses daher, weil ihre Masse viel kleiner ist, folglich ihre wechselseitige Wirkung auf einander den Lauf, den ihnen die Attraction der Sonne vorschreibt, nicht auf eine sonderlich merkliche Art verrücken kann.

Die Cometen und Planeten müssen sich auch wechselsweise in ihrem Laufe stören, wann die Cometen in die Nachbarschaft der Planeten kommen.

Achtes Kapitel.

Wie man die Laufbahn eines Planeten bestimmt.

Man macht anfänglich eine Hypothese.

Wenn wir zuerst annehmen, daß ein Planet einen Kreis beschreibt, in dessen Mittelpunkt die Sonne ist, so durchläuft er in gleichen Zeiten gleiche Bogen; und wenn wir die Zeit seines Umlaufes in gleiche Theile theilen, so werden die Räume, die sein Radius Vector bestreichen wird, nicht nur gleich, sondern auch ähnlich seyn.

Die durch die Beobachtung umgestossen wird.

Dieß ist die Hypothese, die die Astronomen nach ihren ersten Beobachtungen anfänglich gemacht, die sie aber nachher, da sie bessere Beobachtungen angestellt, verlassen haben. In der That stimmt sie mit der bald zunehmenden bald abnehmenden Geschwindigkeit, die man in dem Laufe der Planeten beobachtet, nicht überein.

Es sind bey dieser zunehmenden und abnehmenden Geschwindigkeit zwey Dinge zu bemerken; erstlich, daß ein Planet bald näher bey der Sonne; bald weiter von ihr ist; zweytens daß sein Radius Vector in gleichen Zeiten gleiche Räume durchläuft. Nun erhellt aus allem dem, was wir zur Erklärung der Ellipsen gesagt haben, daß er sich auf diese Art nur in so fern bewegen kann, als er eine eliptische Laufbahn beschreibt, die in einem ihrer Brennpunkte den Mittelpunkt der Revolution des Planeten liegen hat.

Und man macht Hypothesen, bis sie durch die Beobachtungen bestätiget werden.

Anstatt also die Laufbahn des Planeten durch einen Kreis wie A B C b vorzustellen, haben sie die Astronomen durch eine Ellipse

Tab. V. Fig. 44.

A m C n vorgestellt.

Sie haben diese Ellipse anfänglich nach den Hypothesen gezeichnet, die Ihnen durch die Beobachtungen angedeutet zu werden schienen; alsdann haben sie aufs neue beobachtet, um sich von der Wahrheit ihrer Hypothese zu versichern, oder den Irrthum davon einzusehen. Als sie sahen, daß der Lauf des Planeten mit der ausgedachten Ellipse nicht übereinstimmte, so haben sie neue Hypothesen gemacht, um ihre Fehler zu verbessern. Wenn zum Exempel die Ellipse zu breit war, so machten

sie sie schmäler; wenn sie zu schmal war, so machten sie sie breiter. So ist es ihnen, indem sie von Beobachtungen zu Hypothesen und von Hypothesen zu Beobachtungen schritten, endlich gelungen, die Laufbahn eines Planeten zu zeichnen. Sie urtheilen, daß eine solches Nachforschen vielen Scharfsinn und viele Rechnungen erfodert, und gegenwärtig ist es genug, daß Sie im Stande sind, dieses Urtheil zu fällen.

Neuntes Kapitel.

Von der Verhältnis der Entfernungen zu den Umlaufszeiten.

Es giebt nothwendig eine Verhältnis zwischen den Entfernungen und den Umlaufszeiten.

Wann zween Körper in einer gewissen Entfernung von einander sind, und ihnen eine Wurfskraft mitgetheilt wird; so werden sie um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt herumgeführt werden; und wenn Sie voraussetzen, daß die Centralkräfte nicht gleich sind, so werden sich die zween Körper einander nähern oder von einander entfernen, bis sie mit einander ins Gleichgewicht kommen.

Von nun an ist alles bestimmt nemlich die Entfernung der Körper, die Laufbahnen, die sie beschreiben, und die Geschwindigkeit, mit der sie dieselben durchlaufen.

In der That, die Gesetze des Gleichgewichtes bestimmen die verschiedenen Entfernungen eines jeden Planeten von dem Mittelpunkte seiner Revolution: die verschiedenen Entfernungen bestimmen die verschiedenen Punkte seiner Laufbahn; und die verschiedenen Winkel, die die Richtungen der Kräfte machen, bestimmen die Geschwindigkeit in jedem Theile der krummen Linie. Es muß also eine Verhältnis Statt finden zwischen den Entfernung und der Umlaufszeit eines Planeten, der, weil er näher bey der Sonne ist, seinen Umlauf, zum Exempel in drey Monaten vollendet, und der Umlaufszeit eines Planeten, der, weil er weiter von der Sonne ist, seinen Umlauf in dreyßig Jahren vollendet.

Keppler hat sie durch die Beobachtung der Trabanten des Jupiters entdeckt.

Keppler hat zuerst diese Verhältnis entdeckt. Er beobachtete die Entfernung der Trabanten des Jupiters und ihrer Umlaufszeiten: er bemerkte, daß die Quadrate ihrer Umlaufszeiten sich verhalten wie die Würfel ihrer Entfernungen.

Die Planeten bestätigen diese Beobachtung.

Als man die Planeten beobachtete, ward dieses Gesetz allgemein: die Quadrate ihrer Umlaufszeiten verhalten sich immer wie die Würfel ihrer Entfernungen.

Newton beweißt sie durch seine Theorie.

Endlich hat Newton calculirt, und seine Theorie hat den Grund von einem Gesetz angegeben, das aus den Beobachtungen gezogen worden war.

Mit dem Gesetz nach dem sich die Attraction richtet, und den zwo Regeln Kepplers, erklärt er das ganze Weltsystem.

Wir haben gesehen, daß die Attraction und die Schwere nach der umgekehrten Verhältnis des Quadrates der Entfernungen wirkt, oder um sich anders auszudrücken, daß ihre Wirkung nach eben der Verhältnis abnimmt, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt.

Wir haben ferner gesehen, daß die Planeten in ihrem Lauf Räume beschreiben, die sich wie die Zeiten verhalten.

Endlich haben wir so eben gesehen, wie sich die Umlaufszeiten zu den Entfernungen verhalten. Nun stimmen alle seine Gesetze mit den Phänomenen überein, und werden durch einander bewiesen; man darf nur beobachten und rechnen, um sich da-

von zu überzeugen. Die zwey leztern heissen die Regeln Kepplers.

Durch Hülfe dieser Grundsätze zeichnet Newton den Planeten den Weg, dem sie folgen müssen; er läßt sie Ellipsen um die Sonne beschreiben, die er in ihre Brennpunkte sezt; und die Beobachtung beweist, daß sie den Gesetzen, die er ihnen giebt, gehorchen.

Er sieht die Cometen noch, wann sie sich dem Fernrohr entziehen: kaum zeigt man ihm einige von den Punkten, durch die sie gegangen sind, so folgt er ihnen schnell in unermeßlichen Ellipsen nach, und lehrt uns, ihre Zurückkunft vorher zu sagen. Wir brauchen nichts mehr als Beobachtungen, um das was er gefunden hat, vollends zu bestätigen, oder seine Fehler zu verbessern.

Man weiß, zum Exempel die Laufbahn des Mondes, und die Zeit seines Umlaufes um die Sonne; man weiß, daß diese Laufbahn und die Umlaufszeit eine Wirkung der Wurfskraft und der Schwere sind: man weiß, wie viel der Mond in der Entfernung von 60 Halbmessern wägt, was er auf der Erde wägen würde: man weiß, was seine Geschwindigkeit in einem Fall ist, und was sie in einem andern Falle seyn würde; und man

mag beobachten oder rechnen, so sind die Resultate einerley. So ist die ganze Theorie dieses Systems durch die Evidenz der Erfahrung und die Evidenz der Vernunft erwiesen.

Zehntes Kapitel.

Von der Schwere der Körper auf verschiedenen Planeten.

Man ist so weit gekommen, das Gewicht von eben demselben Körper auf verschiedenen Planeten zu bestimmen.

Es ist etwas erstaunliches, daß man es so weit gebracht hat, einigermassen die himmlischen Körper zu wägen. Allein sollten Sie es wohl glauben, daß man ohngefehr das Gewicht bestimmt, das die auf unserm Erdballe befindlichen Körper auf der Oberfläche des Saturns und des Jupiters haben würden? Konnten sie vorhersehen, daß wir uns zu diesen Kenntnissen erheben würden, als Sie sahen, mit welcher Unwissenheit wir anfiengen? Allein wann wir beobachten und Vernunftschlüsse machen, so schreiten wir, so zu reden, von einem Planeten zum andern, nehmen die Wage und wägen.

Diese Nachforschungen erfodern ohne Zweifel viele Rechnungen. Ich will Sie aber nicht in diese

Details führen: Ihre Hand ist noch nicht fest genug, die Wage zu halten; und es ist schon viel, wenn ich Ihnen in der Ferne den Newton zeige, wie er das Weltgebäude und seine Theile wägt.

Das Gewicht eines Körpers ist größer auf auf der Oberfläche eines Planeten, als in jeder andern Entfernung,

Das Gewicht eines Körpers auf einem Planeten ist nichts anders als die Wirkung der anziehenden Kraft, die von dem Planeten auf einen Körper, und hinwiederum von dem Körper auf den Planeten wirkt.

Diese Kraft ist in jedem Theilchen; sie ist daher aus eben so viel besondern Kräften zusammengesezt, als es Theile in jeder Masse giebt. Hieraus folgt, daß in gleichen Entfernungen die Attraction sich immer verhält, wie die Quantität der Materie.

Ferner folgt hieraus, daß das Gewicht eben desselben Körpers größer ist auf der Oberfläche eines Planeten als in jeder andern Entfernung; daß es so gar größer ist als unter der Oberfläche, obwohl der Körper alsdann dem Mittelpunkte näher ist. A zum Exempel (Fig. 45.) wenn wir nur auf den Mittelpunkt achteten, müßte von demselben um so mehr angezogen werden, je näher es demselben wäre; allein Sie sehen, daß die Materie, die über A ist, nothwendig sein Gewicht vermindert, nach

dem Verhältnis wie sie anwächst, und ihn folglich mehr anzieht.

Wenn die Masse und der Durchmesser eines Planeten bekannt sind, so kann man daraus das Gewicht der Körper auf seiner Oberfläche schliessen.

Wann die Planeten gleiche Massen haben und gleiche Räume ausfüllen; so wird eben derselbe Körper auf ihren Oberflächen einerley Gewicht haben.

Wenn sie gleiche Räume ausfüllen, aber ungleiche Massen haben; so wird eben derselbe Körper auf der Oberfläche desjenigen, der die größere Masse hat, mehr wägen, und zwar nach Verhältnis der Quantität der Materie des Planeten.

Wenn wir setzen, sie füllen ungleiche Räume aus, haben aber gleiche Massen; so wird ein Körper, der von einem kleinern Planeten auf einen größern gebracht wird, weniger wägen, und zwar nach der Verhältnis des Quadrates der Entfernungen.

Endlich wenn sie ungleiche Räume ausfüllen und ungleiche Massen haben, so wird das Gewicht eines Körpers in gerader Verhältnis der Massen, und in umgekehrter Verhältnis des Quadrates der Entfernungen seyn.

Sie begreifen hieraus, wie, wann die Maſſe und der Durchmeſſer der Planeten bekannt ſind, man das Gewicht finden kann, das ein Körper, der auf unſerer Erde ein Pfund wägt, auf jedem derſelben haben würde.

Auf der Oberfläche des Juviters hat ein Körper doppelt ſo viel Gewicht, als er auf unſerm Erdball haben würde.

Auf dem Jupiter, dem größten aller Planeten, nehmen die Gewichter zu; allein nicht nach eben der Verhältnis, wie Jupiter die Erde an Maſſe übertrift: denn wenn die Körper, die auf der Oberfläche ſind, von einer größern Maſſe angezogen werden, ſo werden ſie im Gegentheil von dem Mittelpunkt, von dem ſie weiter entfernt ſind, weniger angezogen. So findet man, daß auf der Oberfläche des Jupiters, der 200 mal Materie hat als die Erde, ein Körper nur zweymal ſo viel wägt als auf der Oberfläche unſers Erdballes.

Eben ſo wägen die Körper auf der Oberfläche des Mondes, nach Verhältnis mehr als auf der Oberfläche der Erde: zwar hat dieſer Planet 40 mal weniger Materie: allein im Gegentheil ſind die Punkte ſeiner Oberfläche weniger vom Mittelpunkt entfernt, indem ſein Durchmeſſer ſich zum Durchmeſſer der Erde verhält wie 100 zu 365.

So schließt man aus der Masse und dem Durchmesser eines Planeten das Gewicht eines Körpers auf seiner Oberfläche. Allein ich muß Sie hiebey erinnern, daß es nicht möglich ist, die Wahrheit genau zu treffen; wir müssen uns begnügen, uns derselben zu nähern; aber Sie werden eingestehen, daß wir damit schon viel gewonnen haben.

Eilftes Kapitel.

Beschluß der vorhergehenden Kapitel.

Das Weltsystem ist weiter nichts als eine Wage.

Wie unwissend und erhaben zugleich ist der Mensch! während daß jeder Körper sich vor ihm zu verbergen scheint, so enthüllt sich das Weltgebäude vor seinen Augen, und er faßt das System derjenigen Dinge, deren Natur ihm entwischt. Legen Sie diesen Wagebalken auf einer Nadelspitze ins Gleichgewicht, so werden Sie mit dem Finger die Körper, die an seinen Enden sind, um einerley Mittelpunkt herumdrehen; dieß ist einigermassen das Bild des Weltsystems; so hält es Newton, und so dreht er es herum.

Wenn Sie nur ein wenig über die Wage, den Hebel, das Rad, die Rollen, die schiefe Ebne

und das Pendul nachdenken; so werden Sie sehen, daß diese und andere mehr zusammengesezten Maschinen sich auf eine, die Wage, oder den Hebel, bringen lassen. Die Identität fällt in die Augen; sie nehmen verschiedene Gestalten an, um verschiedene Wirkungen auf eine bequemere Art hervorzubringen; allein im Grund sind sie eine und eben dieselbe Maschine.

Nun ist unser Weltsystem weiter nichts als eine Wage. Die am kürzern Arm befestigte Sonne ist mit den Planeten, die in verschiedenen Entfernungen liegen, im Gleichgewicht: und alle diese Körper bewegen sich auf einem Ruhepunkt, denn man den Schwerpunkt nennt.

Diese Vergleichung ist hinlänglich, Ihnen begreiflich zu machen, wie alle diese Massen in ihrem Laufe durch eben dieselbe Kraft regiert werden, die diese Blätter sinken macht, wenn Sie aufhören, dieselben zu halten. Die Schwere ist das allgemeine Gesetz: durch sie führt die Sonne den Merkur, die Venus, die Erde, den Mars, den Jupiter, den Saturn, ihre Monde oder Trabanten, und die Cometen um sich herum.

Alle mögliche Wahrheiten lassen sich auf eine einzige bringen.

Wie nun alle Maschineu, von der einfachsten bis zu der

zusammengesetzesten, nur eine einzige Maschine sind, die verschiedene Gestalten annimmt, um verschiedene Wirkungen hervorzubringen, eben so lassen sich die Eigenschaften, die man in einer Reyhe von Maschinen entdeckt, wovon eine immer zusammengesezter ist als die andere, auf eine erste Eigenschaft bringen, die sich bloß umbildet, und, ihrer Vielfachheit ohngeachtet, im Grund eine bleibt. Denn wenn es im Grund nur eine Maschine giebt, so giebt es im Grund auch nur eine Eigenschaft. Hievon werden Sie überzeugt werden, wenn Sie erwägen, daß wir uns nur darum von einer Kenntniß zur andern geschwungen haben, weil wir von einem identischen Satze zum andern schritten. Wenn wir nun alle mögliche Wahrheiten entdecken, und uns auf eine evidente Art davon überzeugen könnten, so würden wir eine Reyhe identischer Sätze haben, die der Reyhe der Wahrheiten gleich seyn würden; folglich würden wir sehen, wie alle Wahrheiten auf eine einzige hinauslaufen. Wenn es also Wahrheiten giebt, deren Evidenz uns nicht einleuchtend ist, so kommt dieses daher, weil wir ihre Identität mit andern Wahrheiten, die wir auf eine evidente Art kennen, zu nicht entdecken vermögen; und alles beweist Ihnen, daß, wie ich gesagt habe, die Identität das einzige Zeichen der Evidenz ist.

Ich habe mich bisher auf die Kenntnisse eingeschränkt, die die Evidenz der Erfahrung und die Evidenz der Vernunft über das Weltsystem geben. Wir haben also noch viele Dinge zu studiren. Ich werde Sie einen Theil davon lehren, indem ich andere Mittel, uns zu unterrichten, abhandelu werde. Dieß wird der Gegenstand der folgenden Bücher seyn.

Viertes Buch.

Von den Mitteln, wodurch wir uns bemühen, den Mangel der Evidenz einigermassen zu ersetzen.

Erstes Kapitel.

Reflexionen über die Attraction.

Es würde ein Irrthum seyn zu glauben, daß die Attraction sich immer nach eben denselben Gesetze richtet.

Sie haben die Gesetze gesehen, nach denen sich die Attraction richtet, wann sie in beträchtlichen Entfernungen wirkt: allein es giebt eine andere Attraction, die in sehr kleinen Entfernungen wirkt, und deren Gesetze nicht eben so bekannt sind.

Warum äussert sich die Attraction überhaupt in jedem Körper? Ohne Zweifel weil sie in jedem Theilchen ist, und dieß ist es, woraus man den durch viele Erfahrungen bestätigten Satz gezogen hat, daß diese Kraft sich allezeit wie die Quanti-

tät der Materie verhält. Es scheint daher, sie sollte sich immer nach einerley Gesetze richten, folglich immer nach der umgekehrten Verhältnis des Quadrates der Entfernung wirken. Nun aber findet das leztere nicht Statt; und dieß ist hinlänglich, Ihnen die Nothwendigkeit begreiflich zu machen, die Beobachtung mit den Vernunftschlüssen zu verbinden: dieß ist das einzige Mittel, sich von einer physischen Wahrheit zu versichern.

Man muß wieder den allzugroßen Hang, alles zu generalisiren auf seiner Hut seyn.

Allein kaum haben die Philosophen ein durch die Erfahrung in einigen Fällen bestätigtes Gesetz gefunden, so sind sie eilfertig, es zu generalisiren, als wenn sie glaubten, sie seyen in das ganze Geheimnis der Natur eingedrungen. Wenn diese Art zu philosophiren bequem ist, so ist sie gewiß nicht die weiseste. Ohne Zweifel muß man generalisiren; dieß ist das einzige Mittel, die Kette der Wahrheiten zu fassen, und Ordnung in seine Kenntnisse zu bringen: allein die Sucht zu generalisiren hat oft in Abwege geführt; sie ist die Quelle aller schlimmen Lehrgebäude.

Die Newtonianer haben sich dieses Vorwurfs hie und da schuldig gemacht.

Die Newtonianer sind in dieser Absicht nicht in die größten Ausschweifungen gerathen; allzu klare Erfahrungen und Experimente haben sie

davor bewahrt: dennoch haben sich einige dieses Vorwurfs schuldig gemacht. Indem sie alles auf das Principium der Attraction zurückführen wollten, haben sie sich oft mit Gründen begnügt, die die Sache nicht deutlich genug erklären, und die man höchstens als sinnreich ansehen kann.

[f] Attraction, die bloß bey dem Berührungspunkt oder sehr nahe bey diesem Punkte Statt findet.

Die kleinen Theilchen der Materie ziehen sich bey dem Berührungspunkt oder sehr nahe bey diesem Punkte stark an; allein in einer kleinen Entfernung nimmt diese Kraft auf einmal ab und verschwindet. Wassertheilchen, zum Exempel fliessen in einen Tropfen zusammen, so bald sie sich berühren; und wenn sie nur ein wenig von einander abgesondert sind, so wirken sie nicht mehr auf einander. Man macht eben dieselben Beobachtungen bey den Theilen der Luft, des Feuers und des Lichts. Warum fliessen dann diese flüssigen Wesen nicht in Tropfen zusammen, wenn, wie man voraussezt, die Attraction sich in allen Theilen der Materie befindet? Man wird ohne Zweifel nicht sagen, daß die Theilchen dieser flüssigen Wesen sich niemals berühren: man würde dieses ohne Beweis behaupten. Hierin liegt also ein Geheimnis, das wir nicht ergründen können. Zwar will ich hiemit nicht sagen, daß die Theilchen der Luft, des Feuers und des Lichtes nicht dem Ge-

setze gehorchen, sich wechselsweise anzuziehen; ich behaupte bloß, daß wir noch nicht genug wissen, um dieses Principium auf alle Theile der Materie ohne Unterschied anzuwenden: ist es allgemein, so bringt es nicht immer eben dieselbe Wirkung hervor; es wirkt auf verschiedene Art nach der Verschiedenheit der Fälle, und es nimmt so verschiedene Gestalten an, daß wir noch sehr viele Erfahrungen und Experimente vonnöthen haben, um es überall zu finden. Ich will Ihnen einige Beyspiele von dieser Attraction geben, die in kleinen Entfernungen wirkt.

Beyspiele von dieser Attraction.

Zwey geschliffene, reine und trockene Gläser, wenn man sie auf einander legt, hängen fest zusammen, und man kann sie nicht ohne Anstrengung trennen. Eben das geschieht im leeren Raum; welches ein Beweis ist, daß man diese Zusammenhaltung nicht dem Druck der umgebenden Luft zuschreiben kann.

Legen Sie zwischen diese Gläser einen seidenen sehr feinen Faden, so werden Sie weniger Kraft brauchen, um sie zu trennen. Sondern Sie sie durch zween, durch drey gezwirnte Fäden von einander ab, so werden Sie noch weniger Widerstand finden. Dieses scheint ein Beweis zu seyn, daß die wechselseitige Attraction abnimmt, nach

der Verhältnis wie sie weiter von einander entfernt sind.

Tauchen Sie einen festen Körper in ein flüssiges Wesen, zum Exempel in das Wasser und ziehen Sie ihn allmählig heraus; so wird das Wasser daran hangen bleiben, und eine kleine Colonne zwischen dem festen Körper und der Oberfläche des Wassers formiren. Halten Sie den festen Körper höher, so trennt sich die Colonne davon und fällt; die Attraction nemlich, die sie empor gezogen hat, muß alsdann der Schwere weichen.

Wie verschieden die Attraction nach Verschiedenheit der Umstände wirket.

Ich will Ihnen nichts von den Experimenten sagen, die zu beweisen scheinen, daß die Attraction die Lichtstrahlen von der geraden Linie abbringt. Ich will Ihnen auch nichts von der magnetischen noch von der elektrischen Attraction sagen, die in merklichern Entfernungen wirken: alle diese Dinge werden mit der Zeit kommen. Ich will mich begnügen Ihnen zu bemerken zu geben, daß in allen diesen Fällen die Attraction sich gar nicht nach irgend einem einförmigen Gesetze richtet; und daß wahrscheinlicher Weise je mehr wir Experimente machen werden, desto mehr werden wir finden, daß dieses Principium auf verschiedene Art wirket.

Damit will ich nicht sagen, daß dieses Principium nicht allgemein sey: denn die Wirkung einer Ursache muß nach Verschiedenheit der Umstände verschieden seyn. Allein man müßte alle Umstände beobachten, um zu sehen, wie es in allen wirket. Ich befürchte aber sehr, wir werden die Sache niemals ganz ergründen. Es bleibt uns also nichts übrig, als unser Urtheil zurück zu halten.

Wie die Newtonianer aus der Attraction die Festigkeit und die Flüssigkeit der Körper erklären.

Und dennoch haben die Newtonianer es unternommen, aus einem so wenig bekannten Principium die Festigkeit, die Flüssigkeit, die Härte, die Weiche, die Elasticität, die Auflösung, die Gährung u. s. w. zu erklären. Ich will Ihnen in wenig Worten einen Begrif von ihrer Art zu raisonniren geben.

Sie haben zwo Attractionen gesehen; die eine, die nach der Verhältnis des Quadrates der Entfernung wirket, und die andere, die nur in dem Berührungspunkte wirket, oder wenigstens in der geringsten Entfernung verschwindet. Diese zweyte Attraction ist es, die den Atomen zukommt, das ist, den kleinsten Theilchen, aus denen, nach einer ziemlich willkührlichen Vorausfetzung, die Körper zusamengesezt sind.

Ist es einmal ausgemacht, daß diese Theilchen sich nur im Berührungspunkt anziehen, so muß ihre anziehende Kraft sich wie die berührten Oberflächen verhalten; und die um etwas entfernten Theilchen der Oberfläche tragen im geringsten nichts zur Festigkeit bey.

Nun ist nach Verhältnis mehr Oberfläche in einem kleinen Körper als in einem großen. Sie sehen zum Exempel daß ein Würfel sechs gleiche Seitenflächen hat. Legen Sie zween auf einander, und betrachten Sie sie als einen Körper der doppelt so groß ist als der erste, so werden Sie wahrnehmen, daß die Seitenflächen sich nicht wie die Massen verhalten. Denn in dem doppelten Würfel verhalten sie sich nicht wie zwölf das zweymal so groß ist als sechs, sondern nur wie zehen. Die Geometrie wird Ihnen dereinst diesen Satz beweisen; gegenwärtig begnüge ich mich, Ihnen ein sinnliches Beyspiel gegeben zu haben.

Lassen Sie uns nun Atomen annehmen, deren Oberflächen eben seyn, und andere, deren Oberflächen sphärisch seyn. Die ersten werden sich fest an einander hängen, weil sie sich in allen Punkten ihrer Oberfläche berühren. So formiren sich die festen Körper. Die andern berühren sich nur in einem unendlich kleinen Punkt: sie werden sich also

faſt gar nicht an einander hängen. Aus dieſen Körperchen formiren ſich die flüſſigen Weſen, deren Theile dem mindeſten Eindrucke nachgeben.

Die Härte. Aendern Sie die Figur der Atomen, ſo wird ſich auch das Gewebe der Körper ändern. Es wird mehr oder weniger leeres darinnen ſeyn, und die innern Oberflächen werden ſich in mehr oder weniger Theilen berühren. Dadurch entſtehen Körper, die mehr oder wenigee Härte haben.

Die Weiche. Man ſetze, ein Körper werde durch ein Gewicht zuſammengedrückt, ſo daß ſeine Beſtandtheilchen, nachdem ſie von ihren erſten Berührungspunkten verrückt worden, ſich in andern Punkten berühren; und wann ſie ſich in einer Lage, die von derjenigen verſchieden iſt, die ſie vor dem Drucke hatten, zuſammengehängt haben, ſo ſetze man, ſie bleiben in dieſer Lage. Ein ſolcher Körper, der alle Formen, die man ihm durch den Druck giebt, leicht annimmt und behält, iſt das was man einen weichen Körper nennt.

Die Elaſticität. Allein wenn der Druck, obſchon groß genug, um die erſten Berührungspnnkte zu verrücken, doch nicht groß genug geweſen iſt, um eine neue Berührung hervor zu bringen, ſo

werden die Theilchen, sobald der Druck aufhören wird, wieder in ihre vorige Lage kommen. Dieß ist das Phänomen der Elasticität.

Die Auflösung. Wenn die Theilchen eines harten, in ein flüssiges Wesen getauchten, Körpers sich wechselsweise mit weniger Kraft anziehen, als sie von den Theilchen des flüssigen Wesens angezogen werden, so wird er zerfliessen, und sich in kleine Theile auflösen. Dieß ist die Auflösung der Körper.

Die Gährung und Aufwallung. Wenn elastische Körperchen in einem flüssigen Wesen schwimmen, und sich wechselsweise anziehen, so werden sie an einander stossen, und nach dem Stoß aus einander fahren. Da sie auf diese Art beständig angezogen und zurückgestossen werden, so werden sie mit einer immer schnellern Bewegung nach allen Seiten springen. So geschieht die Gährung und die Aufwallung.

Fehler dieser Erklärungen. Alle diese Erklärungen sind sehr sinnreich; sie sind so weit sinnreicher, als alles, was man vor der Newtonianischen Philosophie ersonnen hatte. Allein wir finden hier nicht jene Evidenz, die aus der Uebereinstimmung der Vernunft und der Erfahrung ent-

ſpringt; und bey dieſer Gelegenheit laſſen ſich die Newtonianer vielmehr von ihrer Einbildungskraft als von ihrer Vernunft regieren.

Warum haben wir die Attraction als die Urſache der Bewegung der himmliſchen Körper angeſehen? Darum weil die Beobachtungen und die Vernunftſchlüſſe mit einander übereinſtimmen: die einen und die andern erweiſen die Geſetze, nach denen dieſes Principium wirket. Allein wann wir die Theilchen der Materie betrachten, ſo können wir die Geſetze nicht mehr mit Genauigkeit beſtimmen. Wenn wir ſie aber nicht beſtimmen können, wie wollen wir uns verſichern, daß die Attraction die einzige Urſache der Phänomenen iſt? Es iſt möglich, daß ſie es iſt; allein da wir die Art und Weiſe nicht kennen, wie ſie wirkt, wie wollen wir uns davon verſichern? Es giebt keine Regel gute Vernunftſchlüſſe zu machen, wann uns die Beobachtungen fehlen.

Bald iſt die Wirkung der Körper, die ſich anziehen, in umgekehrter Verhältnis des Quadrates der Entfernung, bald iſt ſie nur im Berührungspunkte merklich. Ich leugne zwar nicht, daß, wann die Umſtände ſich ändern, das nemliche Principium nach Geſetzen wirken muß, die ſich ebenfalls abändern. Allein ich frage noch einmal,

worin besteht die Verschiedenheit der Umstände, und was für eine Verschiedenheit muß der Unterschied der Umstände in die Gesetze bringen? Dieß ist es, was man vorher genau kennen müßte, um über die Phänomene raisonniren zu können.

Wahrscheinlicherweise giebt es nur ein einziges Principium: allein ist es die Attraction? Ist es ein anderes? Dieß ist es, was wir nicht wissen. Gesezt es sey die Attraction; so ist zum mindesten bewiesen, daß wir nicht wissen, was das erste Gesetz davon ist. Es ist nicht das Gesetz des Quadrates, indem es bey den Theilchen der Materie nicht Statt findet; es ist nicht das Gesetz der Berührung, indem es sich nicht in den Phänomenen der Körper offenbahret, die sich über unserm Haupte bewegen. Das eine und das andere ist weder einförmig noch allgemein. Es giebt also ein allgemeineres Gesetz, wovon diese nur die Folgen sind. Was ist aber dieses Gesetz?

Wir haben also noch ein Principium zu entdecken, das allgemeiner sey als die Attraction, wenigstens ein Gesetz, das allgemeiner sey als alle diejenigen, die man beobachtet hat. Man mache immer Hypothesen, weil man einmal ein Vergnügen daran findet; allein man mache zuvörderst Erfahrungen und Experimente, so wird man vielleicht

zu neuen Entdeckungen gelangen. Newton hat die Gränzen seiner Kenntnisse so sehr erweitert, daß man sich schmeicheln kann, sie noch mehr zu erweitern; und es würde eben so verwegen seyn zu versichern, daß man nichts mehr entdecken kann, als es unvernünftig seyn würde zu versichern, daß man alles entdeckt hat.

Leere Frage, die Attraction betreffend.

Die Attraction existirt; man kann nicht daran zweifeln. Allein ist sie eine der Materie wesentliche Eigenschaft? Ist sie eine ursprüngliche Eigenschaft? Dieß mein Prinz, ist eine Frage, die die Philosophen quält. Was liegt aber doch daran, sie mag wesentlich oder ursprünglich seyn? Sie ist ein Phänomen; hieran ist es genug. Erstaunen Sie nicht darüber, daß Menschen das entscheiden wollen, was einer Sache, deren Wesen sie nicht kennen, wesentlich ist? Immer beschäftigen sich die Philosophen, über dasjenige zu disputiren, wovon sie keine Ideen haben: wenn sie eben die Zeit anwendeten, Beobachtungen anzustellen, so würde die Philosophie mehr dabey gewinnen.

Was ist denn nun die Attraction? Es ist ein Phänomen, wodurch sich mehrere andere erklären lassen; allein das noch weit entfernt ist, sie alle

zu

zu erklären, und das selbst ein allgemeines Principium vorausſezt oder wenigſtens vorauszuſetzen ſcheint.

Zweytes Kapitel.

Von dem Wehrte der Muthmaſſungen.

Nutzen der Muthmaſſungen.

Die Muthmaſſungen ſind der entfernteſte Grad der Evidenz, allein hieraus folgt nicht, daß ſie zu verwerfen ſeyn. Mit ihnen haben alle Wiſſenſchaften und Künſte angefangen: denn wir vermuthen die Wahrheit, ehe wir ſie ſehen, und die Evidenz kommt oft nur nach vielem Verſuchen hervor. Das Weltſyſtem, das Newton uns bewieſen hat, war vor ihm auf eine verworrene Art geſehen worden, weil man weder hinlänglich gute Augen noch hinlänglich gute Werkzeuge hatte.

Die Geſchichte des menſchlichen Geiſtes iſt ein Beweis, daß die Muthmaſſungen ſich oft auf dem Wege der Wahrheit befinden. Wir werden daher genöthiget ſeyn zu muthmaſſen, ſo lang wir werden Entdeckungen zu machen haben; und wir

werden mit desto mehr Scharfsinn muthmassen, je mehr wir Entdeckungen werden gemacht haben.

Ausschweifungen, die zu vermeiden sind.

Es giebt hier, mein Prinz, Ausschweifungen, die zu vermeiden sind; denn die Philosophen sind entweder aus allzu großer Einbildung leichtgläubig, oder aus Unwissenheit unglaubig.

Die einen, weil man die Evidenz in einigen Fällen hat, wollen nichts mehr glauben, wann die Evidenz mangelt. Einige verweigern ihren Beyfall sogar der Evidenz; und behaupten daß, weil es ungewisse Meynungen giebt, alle Systeme ungewiß seyn. Endlich lassen sich andere an den kleinsten Wahrscheinlichkeiten genügen: die Wahrheit ruft ihnen von allen Seiten zu; sie sehen sie; sie berühren sie. Dieß sind Leute, die wachend träumen, und die es Wunder nimmt, wann man nicht träumet wie sie.

Man muß bisweilen Muthmassungen machen, um zur Wahrheit zu gelangen.

Die Menschen haben sich auf so vielerley Art betrogen, daß man fast glauben sollte, es sey kein neuer Abweg mehr zum verirren übrig. Die Philosophie ist ein Ocean und die Philosophen sind oft weiter nichts als Piloten, deren Schiffbrüche uns die Klippen zu erkennen geben, die wir

zu vermeiden haben. Da wir nach ihnen gekommen sind, so haben wir den Vortheil, mit mehr Sicherheit auf einem Meere zu schiffen, worauf sie mehr als einmal ein Spiel der Winde gewesen sind. Lassen Sie uns dennoch sorgfältig den Grund erforschen, und fürchten, uns auf eine See zu wagen, wo wir nicht wissen, was wir für einem Weg folgen sollen.

Wann das Wetter heiter ist, so verirrt sich ein guter Pilot nicht: der Polastern scheint an den Himmel gesezt zu seyn, um ihm zu weisen, wo er seinen Lauf hinrichten soll. Allein hat er gleich keinen sichern Führer mehr, wann die Wolken den Himmel verhüllen; so verzweifelt er deswegen nicht an seiner Erhaltung: er urtheilt nach Wahrscheinlichkeitsgründen von dem Ort wo er ist, und von dem Wege, den er zu nehmen hat; er muthmaßt; er schifft mit Vorsichtigkeit fort; er übereilt sich nicht; er wartet, bis sein Leitstern erscheint. So müssen wir uns betragen. Es kann geschehen, daß die Evidenz sich nicht sogleich zeigt; allein bis sie erscheint, können wir inzwischen Muthmassungen machen; und wann sie sich zeigen wird, werden wir urtheilen, ob uns unsere Muthmassungen in den guten Weg eingeleitet haben.

Was der schwächste Grad der Muthmassungen ist.

Der schwächste Grad der Muthmassungen ist derjenige da man, ohne einen Grund zu haben, um eine Sache zu bejahen, sie bloß deswegen bejaht, weil man nicht einsieht, warum sie nicht seyn sollte. Wenn man sich diese Muthmassungen erlaubt, so muß man sie bloß als Hypothesen ansehen, und man muß die Untersuchungen, die geschickt sind sie zu bestätigen oder umzustossen, nicht vernachlässigen.

Gebrauch, den man davon zu machen hat.

Wenn man nicht über sich selbst wacht, so wird man dieser Art zu raisonniren mehr Wehrt beylegen, als sie wirklich hat: denn wir sind geneigt, eine Sache zu glauben, wenn wir nicht einsehen, warum man sie leugnen sollte.

So geschah es, daß so bald man versichert war, daß die Planeten sich um die Sonne herum bewegen, man voraus sezte, daß ihre Laufbahnen vollkommene Kreise seyen, in deren Mittelpunkt die Sonne liege, und daß sie dieselben mit einer immer gleichen Bewegung durchlaufen. Man urtheilte nur darum also, weil man keinen Grund hatte, anders zu urtheilen, und man würde es noch itzo glauben, wenn die Beobachtungen die Astronomen nicht gezwungen hätten, die Sonne in einen andern Punkt zu setzen, den Planeten

neue Laufbahnen zu zeichnen, ihre Bewegungen bald schneller bald langsamer zu machen. Vor diesen Beobachtungen hatte niemand vorausgesehen, daß man jemals etwas an dem, was man Anfangs angenommen hatte, ändern würde; nicht als ob man Gründe gehabt hätte, es vorzuziehen, sondern darum weil man keine Gründe hatte, es zu verwerfen. Vollkommene Kreise, ein Mittelpunkt, und immer gleiche Bewegungen sind so klar, so faßliche Begriffe, daß in der Meynung, sie seyen für die Natur die simpelsten, weil sie die simpelsten für uns sind, wir dafür halten, sie habe dieselben erwählt, wie wir sie selbst erwählt haben würden, und wir nehmen sie an, ohne zu vermuthen, daß sie nöthig haben, untersucht zu werden. Allein wenn man anstatt dieser Dinge ungleiche Bewegungen, excentrische und elliptische Laufbahnen u. s. w. setzet; so weiß man nicht mehr, woran man sich halten soll; wir können diese Bewegungen und diese Laufbahnen nicht mehr bestimmen: wir befinden uns bey dieser Meynung nicht mehr so wohl, und wir fragen, warum wir sie vorziehen sollen?

Zweyter Grad der Muthmassungen.

Die Muthmassungen vom zweyten Grade sind so beschaffen, daß man unter mehrern Arten, wie eine Sache hervorgebracht werden kann, diejenige

vorzieht, die man ſich als die ſimpelſte denkt, der Vorausſetzung gemäs, daß die Natur durch die ſimpelſten Mittel wirkt.

Worauf er ſich gründet.

Dieſe Vorausſetzung iſt überhaupt wahr: allein in der Anwendung kann man durch ſie auf Abwege gerathen. Es iſt gewiß, daß, wenn ein einziges Geſetz hinlänglich war, eine Reyhe von Phänomenen hervor zu bringen, Gott nicht zwey gemacht haben wird; und daß, wenn zwey vonnöthen waren, er ſie gewählt, und kein drittes hinzugefügt haben wird. So ſind die erſten Geſetze des Weltſyſtems ſimpel, weil alle in Abſicht auf die hervorzubringenden Phänonomene gleich nothwendig ſind.

Wie wenig ſicher er iſt.

Allein dieſes Geſetz wirkt nach den Umſtänden auf verſchiedene Art, und dadurch geſchieht es, daß es nothwendiger Weiſe eine Menge untergeordneter Geſetze, und verwickelte, das iſt, ſolche Wirkungen giebt, die durch eine Menge von Urſachen, die ſich kreuzen oder modificiren, hervorgebracht werden.

Das ſimpelſte Syſtem iſt gewiß dasjenige, worin ein einziges Geſetz zur Erhaltung des ganzen Weltgebäudes hinreicht. Nun aber würde die Simplicität dieſes Syſtemes nicht mehr beſtehen, wenn je-

des Phänomen durch eine besondere und einzige Ursache hervorgebracht würde. Man würde das Ganze verwickeln, wenn man eben so viel Ursachen als Phänomene annehmen wollte; und es ist simpler, daß mehrere Ursachen sich zur Hervorbringung eines jeden vereinigen, wann diese Ursachen existiren, und eben so viel Folgerungen eines ursprünglichen Gesetzes sind. Es muß daher in der Natur viele verwickelte Wirkungen geben, die selbst aus diesem Grunde nur um so simpler und regelmäßiger sind.

In welche Irrthümer man dadurch gerathen kann.

Allein der Philosoph, dem es unmöglich ist das Verhältnis einer Wirkung zum Ganzen einzusehen, geräht in den Irrthum, dasjenige als verwickelt anzusehen, das es nicht ist, oder das es wenigstens nur in Absicht auf ihn ist: und da er unbesonnen von der Simplicität der Wege der Natur urtheilt, so nimmt er eine Ursache, die er erdacht, als die wahre und einzige an; weil sie, seiner Meynung nach, hinreichend ist, ein Phänomen zu erklären, wovon er die Ursache sucht.

Daher ist das Grundgesetz: **die Natur wirkt immer durch die simpelsten Wege**, sehr schön in der Speculation, allein man kann selten die Anwendung davon machen.

Wie er zur Gewißheit steigt.

Dieser Grad der Muthmassung bekommt um so mehr Stärke, je gewisser man ist, daß man alle Mittel kennt, wodurch eine Sache kann hervorgebracht werden, und je mehr man im Stand ist von ihrer Simplicität zu urtheilen; hingegen hat er um so weniger Stärke, je ungewisser man ist, ob man alle diese Mittel erschöpft hat, und je weniger man vermögend ist, von ihrer Simplicität zu urtheilen. Dieß ist der gewöhnliche Fall der Philosophen.

Die Muthmassungen sind also nur in so fern gegründet, als man durch Vergleichung aller Mittel sich immer mehr versichert, wie simpel dasjenige ist, das man vorgezogen hat, und wie verwickelt die andern sind.

Es ist, zum Exempel evident, daß die scheinbare Bewegung der Sonne durch ihre eigene Bewegung oder durch die Bewegung der Erde, oder durch alle beyde zugleich hervorgebracht werden kann: es giebt kein viertes Mittel.

Nun ist das simpelste Mittel die Erde um ihre Axe, und um die Sonne herumgehen zu lassen. Sie werden davon überzeugt werden: allein Sie werden bemerken, daß dieses Principium nicht dasjenige ist, wodurch das System des Kopernikus am besten bewiesen wird.

Man will immer alles auf eine einzige Ursache zurückführen: dieser Fehler ist allgemein. Es scheint, man höre die Philosophen von allen Seiten her rufen: die Mittel der Natur sind simpel: mein System ist simpel: mein System ist folglich das System der Natur. Allein ich wiederhole es noch einmal, es geschieht selten, daß sie von dem, was simpel, und von dem, was nicht simpel ist, richtig urtheilen.

Die Muthmassungen sind keine Wahrheiten, allein sie sollen den Weg zur Wahrheit öffnen.

Man soll sich bey Muthmassungen nur in so fern aufhalten, als sie den Weg zu neuen Kenntnissen öfnen können. Ihnen kommt es zu, die zu machenden Experimente anzudeuten: man muß einige Hofnung haben, dieselben eines Tags bestätigen, oder etwas besseres an ihre Stelle setzen zu können; folglich muß man sie nur machen, in sofern sie der Gegenstand der Evidenz der Erfahrung und der Evidenz der Vernunft werden können.

Nichts ist daher minder gegründet als eine Muthmassung, die so beschaffen ist, daß sie niemals weder bestätiget noch umgestossen werden kann. Dergleichen sind die Muthmassungen der Newtonianer über die Festigkeit, die Flüssigkeit u. s. w.

Die Geschichte ist das eigentliche Gebiet der Muthmassungen.

Die Geschichte ist das eigentliche Gebiet der Muthmassungen. Die Begebenheiten, im Großen genommen, haben eine Gewißheit, die sich sehr der Evidenz nähert, und die folglich keinem Zweifel Raum läßt. Ganz anders verhält es sich mit den Umständen. Die Regeln, die man in solchem Falle zu befolgen hat, sind sehr delicat: allein, wie ich Ihnen bereits gesagt habe, Sie sind noch nicht im Stande, sich in diese Untersuchung einzulassen.

Drittes Kapitel.

Von der Analogie.

Die Analogie hat verschiedene Grade von Gewißheit.

Die Analogie ist gleich einer Kette, die sich von den Muthmassungen bis zur Evidenz erstreckt. Sie sehen daher, daß sie mehrere Grade hat, und daß nicht alle Vernunftschlüsse, die man der Analogie gemäß macht, gleiche Stärke haben: lassen Sie uns versuchen, ihren Wehrt zu bestimmen.

Analogie von den Wirkungen zur Ursache, und von der Ursache zu Wirkungen.

Man raisonnirt nach der Analogie, wenn man von dem Verhältnis, das zwischen den

Wirkungen Statt finden soll, nach demjenigen urtheilt, das zwischen den Ursachen Statt findet, oder wenn man von dem Verhältnis, das zwischen den Ursachen Statt finden soll, nach demjenigen urtheilt, das zwischen den Wirkungen Statt findet.

Beyspiel, wo die Analogie beweist, daß die Erde sich um ihre Axe und um die Sonne bewegt.

Es seyen, zum Exempel die Tags- und Jahrs-Revolutionen, und die Abwechslungen der Jahrszeiten die Wirkungen, die wir bemerken, und wovon wir die Ursachen aus der Analogie suchen wollen.

Wir sind nicht in den andern Planeten, um daselbst eben dieselben Wirkungen zu beobachten: allein wir sehen einige, die in Laufbahnen um die Sonne herumgehen, die sich um sich selbst drehen, und deren Axe sich mehr oder weniger gegen ihre Laufbahn neigt. Hier haben Sie Ursachen. So bemerken wir auf der einen Seite Wirkungen, wennn wir die Erde beobachten; auf der andern Seite bemerken wir Ursachen, wenn wir die Planeten beobachten.

Nun ist es evident, daß diese Ursachen in den Planeten Perioden hervorbringen müssen, die unsern Jahren, unsern Jahrszeiten und unsern Ta-

gen ähnlich sind. So steigen wir von den Ursachen zu den Wirkungen herab.

Da aber die Wirkungen von eben der Art sind wie die, die wir auf der Erde wahrnehmen, so können wir von den Wirkungen zur Ursache hinaufsteigen, und der Erde eine Umdrehung um ihre Axe, und eine Umwälzung um die Sonne beylegen.

Auf der einen Seite sind die Wirkungen: **Jahre, Jahrszeiten, Tage**; auf der andern sind die Ursachen: **Umdrehung um die Axe, Umwälzung um die Sonne, Neigung der Axe.**

Wir werden diese Ursachen bey dem Jupiter bemerken, und wenn wir erwägen, daß sie daselbst Jahre, Jahrszeiten und Tage hervorbringen müssen; so schliessen wir daraus nach der Analogie, daß die Erde, die, wie Jupiter, eine in dem himmlischen Raume hangende Kugel ist, nur darum Jahre, Jahrszeiten und Tage hat, weil sie zwo Bewegungen hat, die eine, wodurch sie sich um ihre gegen ihre Laufbahn geneigte Axe dreht, die andere, wodurch sie sich um die Sonne wälzt. Dieß ist die stärkste Analogie.

Wir urtheilen nach der Evidenz der Vernunft, wenn wir von einer Ursache nach der Wirkung urtheilen, die nur auf eine einzige Art hervorgebracht werden kann; wenn die Wirkung auf mehrere Arten kann hervorgebracht werden, so urtheilt man nach der Analogie, wenn man sagt: da wird sie von dieser Ursache hervorgebracht; folglich muß sie hier von keiner andern hervorgebracht werden.

Analogien, die dieses bestätigen.

In dergleichen Fällen muß die erste Analogie durch neue Analogien bestätiget werden. Nun giebt es ihrer zwo, die die Bewegung der Erde um die Sonne beweisen.

Sie werden in der Folge sehen, wie man durch die Beobachtung lernt, daß die Erde in einer gröſsern Entfernung von der Sonne ist als Venus, und in einer kleinern als Mars. Da diesem so ist, so werden Sie, wenn Sie sich der oben festgesezten Grundsätze erinnern, leicht urtheilen, daß sie zu ihrem Umlaufe weniger Zeit brauchen wird als Mars, und mehr als Venus. Dieß wird gerad durch die Beobachtung bestätiget: denn der Umlauf der Venus geschieht in acht Monaten, der Umlauf der Erde in einem Jahr, der Umlauf des Mars in zwey.

Die lezte Analogie wird aus dieſer Regel des Kepplers gezogen: **die Quadrate der Umlaufszeiten verhalten ſich wie die Würfel der Entfernungen.** Sagen Sie alſo folgendermaſſen.

Wie ſich verhält 729, die Quadratzahl von 27, welches die Umlaufszeit des Mondes iſt, zu 133225, der Quadratzahl von 365, welches, wie man vorausſezt, die Umlaufszeit der Sonne iſt; ſo verhält ſich 216000, die Würfelzahl von 60, welches die in halben Erdmeſſern ausgedrückte Entfernung des Mondes iſt, zu dem vierten Gliede der Proportion. Nun würde uns dieſes Verfahren 39460356 geben, wovon die Cubikwurzel 340 iſt. Die Erde würde folglich nur um 340 Halbmeſſer von der Sonne entfernt ſeyn. Nun aber iſt es durch die Beobachtung bewieſen, daß ihre Entfernung wenigſtens dreyßigmal größer iſt. Es iſt daher gleicherweiſe bewieſen, daß es nicht die Sonne iſt, die ſich um die Erde bewegt.

Aus was für einem Grund wollte man behaupten, daß die Erde eine Ausnahme von einem Geſetz mache, deſſen Allgemeinheit durch die Beobachtung und durch die Berechnung dargethan wird? Das Vorurtheil würde bloß den Anſchein für ſich haben, folglich iſt es ohne Grund. Laſſen Sie uns durch alle Planeten nach einander reiſen: jeder

wird uns, so lang wir in ihm seyn werden, unbeweglich, und die Bewegung der Sonne mehr oder minder schnell scheinen, so wie wir von einem in den andern übergehen werden. Von dem Saturn aus werden wir urtheilen, daß sie ihren Umlauf in dreyßig Jahren vollendet; von dem Jupiter, in 12; von dem Mars, in 2; von der Venus, in 8 Monaten; von dem Merkur, in 3: so wie wir urtheilen, das sie ihn um die Erde in einem Jahre vollendet. Nun aber kann die Sonne nicht alle diese Bewegungen zugleich haben, und es ist nicht mehr Grund vorhanden, ihr die Bewegung, die sie um die Erde zu haben scheint, beyzulegen, als die, die sie um jeden andern Planeten dem Anscheine nach haben würde. Wie wir von hier aus den Irrthum einsehen, in dem ein Bewohner des Jupiters wäre, wenn er sich unbeweglich glaubte; eben so sieht er ein, daß wir uns betrügen, wenn wir urtheilen, daß sich alles um uns herum bewegt.

Von allen Planeten ist nur Merkur, dessen Umlauf um die Sonne nicht beobachtet werden kann. Dieß kommt daher, weil er sehr nahe bey der Sonne ist: allein die Analogie, die durch die oben angeführten Grundsätze unterstützt wird, läßt uns nicht daran zweifeln. Dieser Planet würde in die Sonne fallen, wenn er nicht mit einer schnellen Bewegung um dieses Gestirn geführt würde.

Analogie, die sich bloß auf Aehnlichkeits-Verhältni sse gründet.

Saturn und Merkur sind die einzigen Planeten deren Umdrehungen um ihre Axe man noch nicht beobachtet hat: allein wir können sie zu Folge der Analogie annehmen.

Vielleicht ist bey dem Saturn die Umdrehung eine nothwendige Wirkung seines Umlaufes um die Sonne, und des Umlaufes seiner Trabanten um ihn selbst; dennoch ist dieses nicht bewiesen. Demnach schließt hier die Analogie nicht von der Wirkung auf die Ursache, noch von der Ursache auf die Wirkung: sie schließt bloß nach Aehnlichkeits-Verhältnissen: sie hat folglich weniger Stärke.

Es wäre nicht schlechterdings unmöglich, daß Saturn um die Sonne gienge, so wie der Mond um die Erde, daß er ihr nemlich immer eben dieselbe Halbkugel vorzeigte; alsdann würde seine Umdrehung äusserst langsam seyn. Allein es giebt eine Betrachtung, die diese Voraussetzung umzustossen scheint: da er nemlich von der Sonne so sehr entfernt ist, so haben seine halben Oberflächen noch weit mehr nöthig, nach einander beleuchtet zu werden. Diese Bedürfnis ist sogar ein Beweis, der um so viel stärker ist, da es sich nicht denken läßt, daß der Urheber der Natur ihm keine schnellere Bewegung um seine Axe werde gegeben haben,

er,

er, der so viele Sorgfalt geäussert, indem er ihm mehrere Trabanten und einen leuchtenden Ring gab.

Was die Umdrehung des Merkurs um seine Axe betrift, so gründet sie sich ebenfalls auf die Analogie, und überdieß darauf, weil die Nachbarschaft der Sonne zu erfordern scheint, daß eben dieselbe Halbkugel nicht immer von der Hitze der Sonnenstrahlen gebrannt werde.

Lassen Sie uns diesen Betrachtungen noch beyfügen, daß die Umdrehung bey den Planeten, wo wir sie beobachten, die Wirkung irgend eines Gesetzes ist, das sich gleicher Weise auf alle erstreckt. Das Gesetz mag seyn was es will, so muß es bey dem Merkur und Saturn ohngefehr eben die Phänomene wie anderswo hervorbringen. Denn jedes System sezt einerley Principium voraus, das auf alle Theile wirkt, und das folglich überall Wirkungen von gleicher Art hervorbringt.

Analogie, die sich auf die Verhältnis zum Endzwecke gründet.

Wir haben eine Analogie gesehen, die von der Wirkung auf die Ursache und von der Ursache auf die Wirkung schließt: wir haben eine andere gesehen, die nach Aehnlichkeits-Verhältnissen schließt: es giebt

eine dritte, die nach der Verhältnis zum Ende zwecke schließt.

Sie beweißt, daß die Planeten bewohnt sind.

Wenn die Erde eine doppelte Revolution hat, so geschieht es, damit alle ihre Theile nach einander erleuchtet und erwärmt werden: zwey Dinge, die die Erhaltung ihrer Einwohner zum Endzwecke haben. Nun haben alle Planeten diese zwo Revolutionen. Sie haben also gleicher Weise Einwohner, die erhalten werden müssen.

Diese Analogie hat nicht so viel Stärke als diejenige, die sich auf die Verhältnis der Wirkungen zu den Ursachen gründet. Denn es ist möglich, daß die Natur das, was sie hier um eines Endzweckes willen thut, anderswo nur als eine Folge des allgemeinen Systems erlaubt. Worauf beruht denn aber unser Urtheil, daß alles der Erde untergeordnet ist? Auf eben den Gründen; nach denen wir urtheilen würden, daß alles dem Saturn untergeordnet ist, wenn wir in demselben wohneten. Nun aber beweisen Gründe, die gleicherweise für alle Planeten gelten, nichts für keinen. Man muß daher nicht glauben, daß das Weltsystem zum Endzweck nichts als einen Atomen habe, der sich in unermeßliche Räume verliert; und es hieße der Natur sehr kleine Absichten zuschreiben,

wenn man sich einbildete, sie habe alle die leuchtenden Punkte nur darum über unserm Haupte an den Himmel gesezt, um uns ein Schauspiel zu verschaffen, das unserer Blicke würdig wäre. Ueberdieß, warum hat sie einige geschaffen, die wir so lange nicht wahrgenommen haben, und wahrscheinlicherweise so viele andere, die wir niemals wahrnehmen werden? — Diese Meynungen sind ungegründet und ungereimt.

Es ist also bewiesen, daß der himmlische Raum keine unermeßliche Wüste ist, bloß für kurzsichtige Sterbliche geschaffen. Die Analogie läßt Sie nicht zweifeln, wann Sie die Sache überhaupt betrachten: allein wenn Sie von einem gewissen Planeten, von der Venus zum Exempel urtheilen wollen, so hat die Analogie nicht mehr eben dieselbe Stärke, denn nichts beweißt Ihnen, daß es keine Ausnahme giebt, und daß die Ausnahme nicht auf die Venus fällt. Dem ohngeachtet würde es noch vernünftiger seyn, sie als bewohnt anzunehmen.

Sie beweißt nicht gleicherweise, daß die Cometen bewohnt sind.

Allein was für ein Urtheil werden wir von den Cometen fällen? Mich dünkt, die Analogie nähert uns ihnen noch nicht genug: wir kennen sie noch zu wenig. Die großen Veränderungen, die mit ihnen bey ihrem Durchgang durchs Aphelium bis zum Peri-

helium vorgehen, gestatten uns nicht zu begreifen, wie animalische Wesen sich darin erhalten könnten.

Was die Sonne, oder vielmehr alle Sonnen, die wir Fixsterne nennen, betrift, so kann man sich mit dem Urtheil begnügen, daß sie den Welten, die sie erleuchten und erwärmen, untergeordnet sind.

Beyspiel, wo die verschiedenen Grade der Analogie fühlbar gemacht werden.

Ich will hier noch ein Beyspiel hersetzen, um Ihnen die verschiedenen Grade der Analogie desto besser zu fühlen zu geben.

Ich setze zwey Menschen, die so abgesondert von dem menschlichen Geschlecht und von einander gelebt haben, das jeder der einzige von seiner Gattung zu seyn glaubt. Man muß mir diese Voraussetzung, so hart sie auch ist, gelten lassen. Wenn sie bey dem ersten male, da sie sich begegnen, einer vom andern sogleich das Urtheil fällen: er empfindet wie ich; so ist dieß die Analogie vom schwächsten Grade: sie gründet sich bloß auf eine Aehnlichkeit, die sie noch nicht genug studirt haben.

Diese zwey Menschen, die vor Erstaunen unbeweglich stehen geblieben, fangen an sich zu bewegen, und beyde machen folgenden Vernunftschluß:

die Bewegung, die ich mache, wird durch ein empfindendes Principium bestimmt. Das mir ähnliche Wesen bewegt sich. Es hat folglich ein ähnliches Principium in sich. Dieser Schlus gründet sich auf die Analogie, die von der Wirkung zur Ursache hinaufsteigt; und der Grad der Gewißheit ist größer, als da er bloß auf einer ersten Aehnlichkeit beruhte. Dem ohngeachtet ist dieses noch weiter nichts als eine Muthmassung. Es giebt viele Dinge, die sich bewegen, und in denen keine Empfindung ist. Nicht jede Bewegung hat also mit dem empfindenden Principium die nothwendige Verhältnis der Wirkung zur Ursache.

Allein wenn der eine zum andern sagt: Ich nehme in dem mir ähnlichen Wesen Bewegungen wahr, die sich immer auf seine Erhaltung beziehen; es sucht, was ihm nützlich ist; es vermeidet, was ihm schädlich ist; es wendet eben die Geschicklichkeit, eben den Kunstfleiß an wie ich; kurz es thut alles, wie ich, mit Ueberlegung. Alsdann wird er mit mehr Grund sich in demselben eben das Principium denken, das er in sich selbst fühlt.

Wenn sie alsdann erwägen, daß sie empfinden, und daß sie sich beyde durch einerley Mittel bewegen; so wird die Analogie zu einem höhern Grade

der Gewißheit steigen: denn durch die Mittel wird die Verhältniß der Wirkungen zur Ursache fühlbarer gemacht.

Wann daher ein jeder wahrnimmt, daß der andere Augen, Ohren hat wie er; so urtheilt er, daß er einerley Eindrücke durch einerley körperliche Werkzeuge erhält; er urtheilt, daß die Augen ihm gegeben sind, um zu sehen, die Ohren, um zu hören u. s. w. Gleichwie er also gedacht hat, daß derjenige, der eben dieselben Dinge thut wie er, ein empfindendes Wesen ist, so denkt er es auch hier, und zwar mit mehr Grund, wann er in ihm eben dieselben Mittel gewahr wird, es zu thun.

Inzwischen nähern sie sich, sie theilen einander ihre Besorgnisse, ihre Hofnungen, ihre Beobachtungen, ihren Kunstfleiß mit, und machen sich eine Gebehrdensprache. Keiner von beyden kann zweifeln, daß der andere mit eben denselben Tönen und mit eben denselben Gebehrden nicht eben dieselben Ideen verknüpfe. Die Analogie bekommt also hier eine neue Stärke.

Wie liesse es sich denken, daß der, der die Idee die ich mit einer Gebehrde verknüpfe, begreift, und durch eine andere Gebehrde in mir eine andere Idee

erregt, nicht eben dasselbe Vermögen zu denken haben sollte?

Dieß ist der höchste Grad der Gewißheit, wozu man den Satz bringen kann: **ein mir ähnliches Wesen denkt.** Es ist nicht nothwendig, daß die Menschen reden können, und die Sprache der articulirten Töne würde diesem Beweise nichts beyfügen. Wenn ich gewiß bin, daß die Menschen denken, so kommt es daher, weil sie sich einige, und nicht daher, weil sie sich viele Ideen mittheilen: die Anzahl thut nichts zur Sache. Man setze ein Land, wo alle Menschen stumm sind, wird man deswegen urtheilen, daß sie Automaten sind?

Sind dann also die Thiere Maschinen? Mich däucht, ihre Wirkungen, die Mittel wodurch sie wirken, und ihre Gebehrdensprache gestatten nicht, diese Meynung anzunehmen; dieß hiesse die Augen vor der Analogie verschliessen. Zwar ist der Beweis nicht evident; denn Gott könnte ein Antomat alles das hervorbringen lassen, was wir das verständigste Thier, den Menschen, der am meisten Genie äussert, thun sehen: allein das würde man ohne allen Grund behaupten.

Fünftes Buch.

Von der Uebereinstimmung der Muthmassungen und der Analogie mit der Evidenz der Erfahrung und der Evidenz der Vernunft; oder durch was für eine Reyhe von Muthmassungen, Beobachtungen, Analogien und Vernunftschlüssen man die Bewegung der Erde, ihre Figur, ihre Laufbahn u. s. w. entdeckt hat.

Wie sehr die Menschen geneigt sind, nach Vorurtheilen zu schliessen.

Das Volk glaubt die Vorherverkündigungen der Sonnen- und Mondes-Finsternissen, so wie es glaubt, daß es Regen oder schön Wetter haben wird, je nachdem die Astrologen ihm das eine oder das andere versprechen. Um in dergleichen Fällen Glauben zu haben, verlangt es nicht zu begreifen, auf was für eine Art die Sachen geschehen; es begnügt sich damit, daß es sich nicht vorstellen kann, warum sie nicht geschehen sollten; und je ausserordentlicher sie sind, desto geneigter ist es, dieselben zu glauben.

Allein wenn man ihm sagt: die Erde dreht sich herum, die Sonne ist unbeweglich u. s. w. so glaubt es, man wolle es zum besten haben oder man schweife aus. Es ist leichtglaubig aus Unwissenheit, und unglaubig aus Vorurtheil.

Jeder Mensch gleicht hierin dem Volk. Wir wollen die Meynungen wägen und wir haben nichts als falsche Wagen: wir urtheilen vom Wahren und Falschen nach Begriffen, die in uns sind, ohne zu wissen, wie sie in uns sind. Die Gewohnheit reißt uns dahin, und läßt die Vernunft weit hinter uns zurück. Sie werden selbst den Philosophen mehr glauben sehen, als er glauben soll, und mehr verwerfen als er soll, und einen Satz als wahr angeben, nicht weil er begreift, auf was für eine Art er wahr ist; sondern weil er nicht begreift, wie er falsch seyn sollte. Hierin gleicht er, ich wiederhole es, dem Volke, das glaubt, es werde regnen, weil es nicht einsieht, warum der Kalender es betrügen sollte.

In den Untersuchungen, wo die Muthmassungen sich mit der Evidenz der Vernunft vereinigen, werden wir Beyspiele von dieser Art zu raisonniren finden. Meine Absicht ist, sie vor den Klippen zu bewahren, an denen die größten Geister gescheitert haben. Nichts ist hiezu dienlicher als die

Untersuchungen, die man über die Figur der Erde, über ihre Bewegung, und über einige andere, von beyden abhangende, Phänomene gemacht hat. Dieß sind überdieß Dinge, die zum Plan Ihrer Auferziehung gehören, und wovon man Sie früh oder spät unterrichten müßte.

Erstes Kapitel.

Erste Versuche über die Figur der Erde.

Wie die Erde unbeweglich scheint, so scheinet sie eine ebne Fläche.

Man muß zuvörderst bey dergleichen Fragen den Schein der Erfahrung von der Evidenz der Erfahrung unterscheiden, sonst wird man sich in seinen Urtheilen übereilen, und einen Irrthum für eine Wahrheit annehmen. So ist zum Exempel der Umlauf der Sonne um die Erde bloß ein Schein der Erfahrung, und es ist hingegen eine Evidenz der Vernunft, daß dieses Phänomen auf zweyerley Arten kann hervorgebracht werden, nemlich entweder durch die Bewegung der Sonne oder durch die Bewegung der Erde. Hieraus fliessen natürlicher Weise zwey Lehrgebäude und man muß Beobachtungen anstellen, bis man hinlängliche Gründe hat, das eine dem andern vorzuziehen.

So wie uns der Anschein der Bewegung der Erde betrügt, so betrügt er uns auch bey ihrer Figur. Sie scheint wirklich Anfangs eine ebne, wiewohl rauhe Fläche ohne Bewegung, und in den untersten Ort der Welt gesezt; so daß man sich nicht vorstellt, was aus der Sonne wird, wenn sie untergeht, und wie sie nach einigen Stunden bey einem schnurgrad entgegengesezten Punkte wieder erscheint: allein einige Beobachtungen haben nach und nach Vorurtheileumgestossen, die mehrere Philosophen mit dem gemeinen Volke theilten.

Man bemerkte daß die Himmelskugel sich um einen festen Punkt zu drehen scheint, den man den Weltpol nannte. Nun kann dieser Anschein entweder daher kommen, weil der Himmel sich wirklich um die Erde, oder daher, weil die Erde sich um ihre Axe bewegt, so daß sie ihren Pol immer gegen einerley Punkt des Himmels richtet. Allein die Zeit war noch nicht gekommeu, über diese Frage Muthmassungen zu formiren: man mußte vorher Muthmassungen über die Figur der Erde formiren.

Wie man geurtheilt hat, daß ihre Oberfläche nach der Richtung von Morgen gegen Abend convex ist.

Sie müssen erwägen, daß wenn Sie einen Körper kreisförmig über einer ebnen Fläche erheben, der Augenblick seiner grösten oder kleinsten Erhöhung für alle Punkte

dieſer Fläche eben derſelbe ſeyn wird; da hingegen, wenn Sie ihn um eine Kugel herum bewegen, der Augenblick ſeiner gröſsten Erhöhung in Abſicht auf einen Punkt, gerad der Augenbiick ſeiner kleinſten Erhöhung in Abſicht auf einen andern Punkt ſeyn wird. Nun bemerkte man leicht, daß der Augenblick der gröſsten Erhöhung der Sonne für alle Oerter der Erde nicht einerley iſt; man ſah im Gegentheil, daß er ſich für die, die gegen der Seite zu wohnen, wo die Sonne aufgeht, früher, und für die, die gegen der entgegengeſezten Seite zu wohnen, ſpäter ereignet; und hieraus ſchloß man mit Grund, daß die Erde, von Morgen gegen Abend zu, eine convexe Fläche iſt.

Wie man über dieſer Fläche einen Theil der Wendekreiſe zeichnete.

Man beobachtete den Lauf der Sonne, und bemerkte ohne Mühe, daß, indem ſie täglich um die Erde läuft, ſie ſich beyden Polen, einem nach dem andern wechſelsweiſe, nähert. Ich ſage, indem ſie läuft; denn alsdann war die Frage noch nicht, der Schein der Erfahrung von der Evidenz zu unterſcheiden.

Man beobachtete am Himmel den Punkt, wo die Sonne nachdem ſie ſich dem Nord genähert hat, gegen den Mittag zurückkehrt; und denjenigen, wo ſie, nachdem ſie ſich dem Mittage genähert hat, wieder gegen Norden rückt. Man ſah,

daß dieses Gestirn, wann es bey dem nördlichen Punkt angekommen ist, durch seinen Tages-Umlauf, an dem Himmel einen Bogen beschreibt; man sah, daß, wann es bey dem Mittags-Punkt angekommen ist, es einen ähnlichen und parallelen Bogen beschreibt; und man hatte die Hälfte dieser zween Kreise, die wir **Wendekreise** (Tropici) nennen.

Und einen Theil des Aequators.

In einer gleichen Entfernung von den Wendekreisen, und in einer parallelen Richtung beschrieb man gleicherweise die Hälfte jenes größten Kreises, den man den Aequator nennt, weil er die Himmelskugel in zween gleiche Theile theilt.

Und einen Theil des Mittagskreises,

Es stuhnd nicht lang an, so beobachtete man, daß die Sonne im Augenblick ihrer größten Höhe dem Weltpol gegen über steht. Alsdann hatte man zween entgegengesezte Punkte, und indem man von einem zum andern einen Bogen zog, beschrieb man einen Theil des Mittagskreises. So heißt man einen größten Kreis, der den Himmel in zween gleiche Theile theilt, und in dem die Sonne im Mittag anlangt. Der Mittagskreis fällt senkrecht auf den Aequator, und schneidet die Wendekreise unter rechten Winkeln.

Man müßte Linien an dem Himmel ziehen, ehe man sie auf der Erde zog.

Der Zweck dieser Beobachtungen war, an dem Himmel Linien zu ziehen, die man noch nicht auf der Erde ziehen konnte, und die verschiedenen Jahrszeiten durch den Lauf der Sonne zu unterscheiden. Sie sehen ein, daß man hiezu feste Punkte an dem Himmel nöthig hatte. Denn da die Erde ihren Bewohnern unbekannt war, so konnte man von der Lage ihrer verschiedenen Theile nicht anders urtheilen als indem man an dem Himmel Punkte suchte, denen jeder gegenüber stund. So bald man einmal die Mittagslinie hatte, so konnte man geraden Wegs von Norden nach Süden gehn, indem man dieser Linie gerade zu folgte; und man konnte nach allen Seiten zu gehen, indem man den Grad der Schiefe bemerkte, unter der sie durch die verschiedenen Wege, die man nehmen wollte, geschnitten war.

Wie man urtheilte, daß die Erde eine convexe Fläche nach der Richtung der Mittagskreise ist.

Indem man nun nach der Richtung des Mittagskreises reisete, so ward man gewahr, daß die Sterne, die man vor sich sah, sich über dem Haupt erhoben, und daß neue Sterne erschienen, während daß die, die man hinter sich ließ sich neigten, und einige so gar verschwanden. Aus dieser evidenten Erfahrung zog man eine evidente Folge, daß man nemlich auf einer krummen Fläche fortgeschritten war.

Begrif, den man sich von der himmlischen Halbkugel macht.

Es war eine Folge der Beobachtungen, daß es eben so viel Mittagskreise als Oerter giebt, und daß alle Mittagskreise im Weltpol zusammenlaufen. Dadurch ward bewiesen, daß die himmlische Halbkugel nach zwo auf einander senkrechten Abmessungen convex ist. Dem zu Folge ließ man die an dem Himmel gezogenen Linien herabfallen, und bekam auf der Erde Mittagslinien und Bogen, die, mit dem Aequator parallel, in dem Maaße abnehmen, wie sie sich dem Pole nähern, so daß der lezte in dem Punkt, worin sich die Mittagslinien vereinigen, zusammenfließt.

Ist es einmal gewiß, daß die Mittagslinien in den Polen zusammen laufen, so folgt hieraus, daß sie sich nähern in dem Maaße wie sie von dem Aequator nach dem Vereinigungs-Punkte zu gehen. Lassen Sie uns also auf unserer Halbkugel eine gewisse Anzahl Mittagslinien ziehen, und setzen, Sie reisen nach einer auf diesen Linien senkrechten Richtung, das ist, auf einem mit dem Aequator parallelen Bogen.

Es ist evident, daß, je nachdem der Bogen, der die Entfernung eines Mittagskreises vom andern mißt, groß oder klein ist, der Augenblick der größten oder kleinsten Höhe der Gestirne sich

früher oder ſpäter ereignen wird. Denn der Weg, den Sie werden zu machen haben, wird kürzer oder länger ſeyn, je nachdem Sie näher oder weiter von den Polen reiſen werden. Auf dieſe Art überzeugte man ſich immer mehr, daß die Erde nach der Richtung der Mittagslinie und nach der Richtung des Aequators convex iſt.

Wie man auf den Gedanken kam, daß es eine andere Halbkugel gebe.

Die tägliche und ſcheinbare Bewegung des Himmels brachte nachdenkende Beobachter nothwendig auf den Gedanken, daß es eine andere Halbkugel gebe. Man muthmaßte gleicherweiſe, daß ſie convex ſey, weil man keinen Geund hatte ſie mit einer andern Figur zu denken. Von nun an ſchritt man von einer Muthmaſſung zur andern eilends fort. Man ſagte: wenn es eine andere Halbkugel giebt, ſo iſt ſie vollkommen wie die unſrige: der Himmel dreht ſich für beyde herum, und ſie ſind gleicherweiſe bewohnt: ein Paradox, das dem gemeinen Volk ungereimt, dem Philoſophen kühn, dem Theologen, der glaubte eine andere Halbkugel ſey eine andere Welt, Gotteslaſterlich vorkam.

Die Meynung wegen der Antiöden war noch weiter nichts als eine Muthmaſſung.

In der That war das noch weiter nichts als eine Muthmaſſung. Wenn das Aufgehen und Niedergehen der Sonne das Daſeyn einer andern

Halbkugel

Halbkugel bewies, so bewies es nicht die Figur derselben. Man dachte sie blos darum convex, weil man keinen Grund hatte, sie von derjenigen, die man bewohnte, unterschieden zu denken; und man nahm sie bewohnt an, weil, wenn einmal die Einbildungskraft Aehnlichkeiten findet, sie dieselben vollständig annimmt. Dieses Urtheil war gegründet; allein man konnte sich der Wahrheit noch nicht versichern: es grif die Vorurtheile an, und die Einbildungskraft, die dasselbe so eilfertig gefällt hatte, befand sich in einer großen Verlegenheit, es zu vertheidigen.

Dieser Vernunftschluß: die andere Halbkugel ist der unsrigen ähnlich, weil wir keinen Grund haben, sie anders zu denken; und wenn sie der unsrigen ähnlich ist, so kann sie bewohnt seyn, und sie ist es wirklich: dieser Vernunftschluß, sage ich, giebt uns die Idee einer Muthmassung vom kleinsten Grad. Diese Art Muthmassung folgt unmittelbar auf die, die ungereimt sind, weil nichts ist, das sie umstößt: und sie geht unmittelbar vor denen her, die bewiesen sind, weil nichts ist, worauf sie sich gründet. Sie hat nichts anders zu ihrem Vortheil, als daß man nicht bewiesen hat, daß sie falsch sey.

Man kann und muß sogar dergleichen Muthmassungen erlauben; denn sie geben zu Beobachtungen Anlaß: allein man muß ihnen keinen Grad von Gewißheit beylegen, sondern sie als Hypothesen ansehen, bis die Evidenz der Erfahrung, die Evidenz der Vernunft oder die Analogie sie bewiesen haben. Wir wollen sogleich sehen, durch was für eine Reyhe von Stufen die Muthmassung der Antipoden sich bis zur Gewißheit erheben wird.

Wie man schloß, daß die Erde rund ist.

Der Fortgang der Astronomie war langsam. Es stuhnd ohne Zweifel lang an, bis man den Schatten der Erde in den Mondsfinsternissen erkannte; und diese Entdeckung ist wahrscheinlicherweise von einem Philosophen gemacht worden, dem es bereits glaublich vorkam, daß die Erde rund sey: von nun an konnte man nicht mehr daran zweifeln.

Woraus man schloß, daß alle ihre Theile auf gleiche Art gegen einerley Mittelpunkt drüken.

Alsdann fieng man an zu begreifen, daß die ganze Erde bewohnt seyn könne. Denn ist sie einmal rund, so müssen alle Körper auf ihre ganze Oberfläche drücken, so wie sie auf unsere Halbkugel drücken. Es ist evident, daß bloß das Gleichgewicht aller dieser Theile ihr ihre Ründe erhalten kann; und man begreift, daß das Gleichgewicht

Statt haben wird, wenn sie alle auf gleiche Art gegen einerley Mittelpunkt drücken.

Alsobald sah man es als eine ausgemachte Sache an, daß die Körper überall gleich schwer seyn, und überall gegen einerley Mittelpunkt drücken. Man glaubte es, nicht weil man Gründe hatte, diese Einförmigkeit der Schwere und der Richtung zu behaupten, sondern bloß weil man noch keinen Grund hatte zu urtheilen, daß die Richtung und die Schwere sich nach den Oertern abändern könnten. Dieses Betragen der Philosophen muß man beobachten, wenn man ihren Vernunftschlüssen den wahren Wehrt beylegen, und gegen die Urtheile, die sie allzu übereilt fällen, auf seiner Hut seyn will. In der That haben sie bey dieser Gelegenheit mehr geschlossen als sie hätten schliessen sollen: denn wir werden bald sehen, daß das Gleichgewicht Statt haben kann und Stait hat, obschon die Schwere und ihre Richtung von einem Orte zum andern verschieden ist.

Und man begrif, wie die andere Halbkugel bewohnt seyn konnte.

Dem ohngeachtet ob sie schon durch ihre Theorie in einen Irrthum gerathen waren, so war dieselbe dennoch hinreichend, die vornehmste Schwierigkeit der Einbildungskraft wider die Antipoden umzustossen: die Gesetze der Schwere waren hinlänglich bekannt,

so daß man wohl begrif, daß man auf einer Halbkugel eben so wenig als auf einer andern den Kopf unten, und die Füsse in die Höhe stehen hat, und man konnte vorher sehen, daß es einst möglich seyn würde, in Ländern zu reisen, die fabelhaft schienen.

Man würde davon überzeugt.

Dem ohngeachtet so lang man die Reise um die Erde noch nicht gemacht hatte, war das Daseyn der Antipoden weiter nichts als eine mehr oder minder starke Muthmassung; daher ward sie auch von den Theologen verurtheilt. Allein wenn es eine Gottlosigkeit war, die Antipoden zu glauben, wie gottlos mußten nicht diejenigen seyn die die Reise dahin unternahmen? Dennoch ward das erste wegen des leztern verziehen, und man war ehrlich genug, der Evidenz der Erfahrung nicht mehr zu widerstehen.

Alsdann bildete man sich die Erde vollkommen sphärisch ein.

Kaum hatte man Gründe zu urtheilen, daß die Erde rund ist, so gieng man eilends weiter, und schloß, daß die sphärisch sey. Es schien natürlich, ihr diese Figur beyzulegen: erstlich weil man noch nicht Gründe genug hatte, eine andere zu denken. Zweytens weil sie unter allen runden Figuren die faßlichste ist. Wenn dergleichen Vernunftschlüsse nichts beweisen, so überreden sie doch. Daher hat man

auch erst in unsern Tagen angefangen, die sphärische Figur der Erde in Zweifel zu ziehen.

Beweis, den man davon zu geben glaubte.

Ein ohne Beweis angenommener Grundsatz verleitete zum Irrthum. Man nahm ohne Beweis an, daß alle Körper gleicherweise nach dem Mittelpunkt der Erde zu drücken, und man machte folgenden Vernunftschluß: wenn unser Erdball aus einer flüssigen Materie bestünde, so würden alle Colonnen gleich seyn, alle Punkte der Oberfläche würden in einerley Entfernung von dem gemeinschaftlichen Mittelpunkte seyn, und alle Theile dieses flüssigen Wesens würden sich so zusammen ordnen, daß sie eine vollkommene Kugel formirten.

Dieser Vernunftschluß ist wahr, wenn man voraussezt, daß die Schwere in dem ganzen Umfange des Erdballes gleich ist. Man zweifelte nicht daran; man fuhr also fort. Das Meer bedeckt den größten Theil der Erde; seine Oberfläche ist also spährisch; und da das feste Land sich über die Fläche des Meeres erhebt, so ist es ausgemacht, daß die Erde eine Kugel ist.

Die Folgerung ward unrichtig.

Die Philosophen haben hier offenbar aus ihren Sätzen unrichtig gefolgert. Hätte man sich begnügt zu sagen:

die Erde hat ohngefehr eine runde Figur; ihr auf der Mondesscheibe gesehener Schatte, und die Schwere der Körper sind hinlänglich, solches zu beweisen. Allein wie schlecht war die Folgerung, als man urtheilte, sie sey sphärisch. Dieses Beyspiel wird Ihnen zeigen, wie man den Folgesätzen mehr Ausdehnung giebt als den Grundsätzen; und je mehr Sie die Art, wie die Menschen schliessen, studiren werden, desto mehr werden Sie sich überzeugen, daß sie fast allezeit zu viel oder zu wenig schliessen. Uebrigens habe ich vergessen, Ihnen einen der Gründe anzuführen, woraus man geschlossen hat, die Welt sey eine Kugel; man sagte nemlich, die runde Figur sey die vollkommenste. Däucht Ihnen dieser Beweis nicht einleuchtend? Doch lassen Sie uns annehmen, die Erde sey vollkommen rund, und sehen, wie man dazu gelangt ist sie zu messen, bis man es endlich so weit brachte, daß man nicht mehr wußte, was man ihr für eine Figur geben sollte.

Zweytes Kapitel.

Wie man dazu gelangt ist, den Himmel, und dann die Erde zu messen.

Wie man sich die Ebne des Aequators, und die Mittagsfläche vorstellt.

So bald man urtheilte, die Erde sey rund, so sezte man die krummen Linien, die man über unserer Halbkugel

beschrieben hatte, fort, und vollendete die angefangenen Kreise. Sie sehen leicht ein, daß man zu dieser Operation nur feste Punkte an dem Himmel bemerken durfte.

Denken Sie sich nunmehr Halbmesser, die von dem Mittelpunkt der Erde an alle Punkte des Umfanges des Aequators gezogen werden, und verlängern Sie dieselben, so weit Sie wollen: so werden Sie sich den Aequator als eine Ebne vorstellen, die unsere Erdkugel nnd den Himmel in zween gleiche Theile schneidet. Auf eben die Art werden Sie sich jeden Mittagskreis als eine Ebne denken, die sie in zween gleiche Theile theilt, und auf die Ebne des Aequators senkrecht fällt.

Und wie man sich die Ebne des Horizontes vorstellt.

Sie machen sich einen Begrif vom Horizont, wann Sie auf einem Gefilde rund um sich herum schauen, und, indem Sie sich eine Ebne denken, in deren Mittelpunkte Sie stehen, Sie den obern Himmel von dem untern absondern. Dieß ist es, was man den **sinnlichen Horizont** nennt.

Diese Ebne berührt die Erde in dem Punkt, wo Sie stehen: allein Sie können sich eine parallele Ebne denken, die die Erdkugel in zwo gleiche Halbkugeln theilen wird: diese Ebne ist das was man den **wahren** oder den **Rational-Horizont** nennt.

Wenn Sie erwägen, daß die Erde in Vergleichung mit den Fixsternen ein Punkt ist, so werden Sie urtheilen, daß diese zween Horizonte in einen zusammenfliessen. Haben Sie nicht bisweilen bemerket, daß wann Sie am Ende einer sehr langen Allee von Bäumen stehen, Sie die beyden Seiten sich allmählig einander nähern sehen, so daß die zween lezten Bäume, deren Entfernung verschwindet, in Absicht auf Sie einerley Lage gegen einander haben, Sie mögen dieselben längst der Reyhe, die zur Rechten ist, oder längst der Reyhe die zur Linken ist, betrachten. So wird ein Stern, er mag von dem Punkt a oder von dem Punkt c beobachtet werden, Ihnen immer an eben demselben Orte des Himmels zu stehen scheinen. (Fig. 46.)

Sie begreifen, wie Sie durch Aenderung des Ortes auch den Horizont ändern, und daß es folglich eben so viel Horizonte giebt, als Punkte auf der Oberfläche der Erde.

Der Winkel, den die Ebne des Horizontes mit der Ebne des Aequators macht, bestimmt den Grad der Breite, wo man ist.

Stellen Sie sich auf den Aequator, so werden Sie sehen, daß die Ebne des Horizontes mit der Ebne des Aequators einen rechten Winkel macht. Versetzen Sie sich an den Pol, so wird die Ebne des Aequa-

tors mit der Ebne des Horizontes zusammen fiessen. Endlich werden, in verschiedenen Entfernungen von dem Aequator oder von dem Pol, diese beyden Ebnen verschiedene Winkel machen. Da diesem so ist, so werden sie von den verschiedenen Entfernungen, in denen Sie vom Pol oder vom Aequator stehn, urtheilen, wenn Sie ein Mittel finden, die Winkel zwoer Ebnen zu messen.

Wie man diesen Winkel mißt.

In dieser Absicht theilt man den Mittagskreis, so wie alle Kreise der Sphäre, in 360 Grade, jeden Grad in 60 Minuten, jede Minute in 60 Secunden, jede Secunde in 60 Terzen u. s. w.

Sie begreifen, daß die Größe eines Winkels, der seinen Scheitel in dem Mittelpunkt eines Kreises hat, verschieden ist, nach der Anzahl der Grade, die in dem Bogen, der dem Scheitel gegenüber steht, enthalten sind. Der Kreis mag größer oder kleiner seyn, so bestimmen sie immer gleicherweise den Wehrt des Winkels: nur werden die Grade mehr oder weniger groß, und die Seiten des Winkels mehr oder weniger lang seyn. Der Winkel A C B ist eben derselbe, Sie mögen ihn auf dem Kreis A B D oder auf dem Kreis a b d messen.

Untersuchungen, die man über die Figur der Erde, über ihre Bewegung, und über einige andere, von beyden abhangende, Phänomene gemacht hat. Dieß sind überdieß Dinge, die zum Plan Ihrer Auferziehung gehören, und wovon man Sie früh oder spät unterrichten müßte.

Erstes Kapitel.

Erste Versuche über die Figur der Erde.

Wie die Erde unbeweglich scheint, so scheinet sie eine ebne Fläche.

Man muß zuvörderst bey dergleichen Fragen den Schein der Erfahrung von der Evidenz der Erfahrung unterscheiden, sonst wird man sich in seinen Urtheilen übereilen, und einen Irrthum für eine Wahrheit annehmen. So ist zum Exempel der Umlauf der Sonne um die Erde bloß ein Schein der Erfahrung, und es ist hingegen eine Evidenz der Vernunft, daß dieses Phänomen auf zweyerley Arten kann hervorgebracht werden, nemlich entweder durch die Bewegung der Sonne oder durch die Bewegung der Erde. Hieraus fliessen natürlicher Weise zwey Lehrgebäude und man muß Beobachtungen anstellen, bis man hinlängliche Gründe hat, das eine dem andern vorzuziehen.

So wie uns der Anschein der Bewegung der Erde betrügt, so betrügt er uns auch bey ihrer Figur. Sie scheint wirklich Anfangs eine ebne, wiewohl rauhe Fläche ohne Bewegung, und in den untersten Ort der Welt gesezt; so daß man sich nicht vorstellt, was aus der Sonne wird, wenn sie untergeht, und wie sie nach einigen Stunden bey einem schnurgrad entgegengesezten Punkte wieder erscheint: allein einige Beobachtungen haben nach und nach Vorurtheileumgestossen, die mehrere Philosophen mit dem gemeinen Volke theilten.

Man bemerkte daß die Himmelskugel sich um einen festen Punkt zu drehen scheint, den man den Weltpol nannte. Nun kann dieser Anschein entweder daher kommen, weil der Himmel sich wirklich um die Erde, oder daher, weil die Erde sich um ihre Axe bewegt, so daß sie ihren Pol immer gegen einerley Punkt des Himmels richtet. Allein die Zeit war noch nicht gekommeu, über diese Frage Muthmassungen zu formiren: man mußte vorher Muthmassungen über die Figur der Erde formiren.

Wie man geurtheilt hat, daß ihre Oberfläche nach der Richtung von Morgen gegen Abend convex ist.

Sie müssen erwägen, daß wenn Sie einen Körper kreisförmig über einer ebnen Fläche erheben, der Augenblick seiner größten oder kleinsten Erhöhung für alle Punkte

Untersuchungen, die man über die Figur der Erde, über ihre Bewegung, und über einige andere, von beyden abhangende, Phänomene gemacht hat. Dieß sind überdieß Dinge, die zum Plan Ihrer Auferziehung gehören, und wovon man Sie früh oder spät unterrichten müßte.

Erstes Kapitel.

Erste Versuche über die Figur der Erde.

Wie die Erde unbeweglich scheint, so scheinet sie eine ebne Fläche.

Man muß zuvörderst bey dergleichen Fragen den Schein der Erfahrung von der Evidenz der Erfahrung unterscheiden, sonst wird man sich in seinen Urtheilen übereilen, und einen Irrthum für eine Wahrheit annehmen. So ist zum Exempel der Umlauf der Sonne um die Erde bloß ein Schein der Erfahrung, und es ist hingegen eine Evidenz der Vernunft, daß dieses Phänomen auf zweyerley Arten kann hervorgebracht werden, nemlich entweder durch die Bewegung der Sonne oder durch die Bewegung der Erde. Hieraus fliessen natürlicher Weise zwey Lehrgebäude und man muß Beobachtungen anstellen, bis man hinlängliche Gründe hat, das eine dem andern vorzuziehen.

So wie uns der Anschein der Bewegung der Erde betrügt, so betrügt er uns auch bey ihrer Figur. Sie scheint wirklich Anfangs eine ebne, wiewohl rauhe Fläche ohne Bewegung, und in den untersten Ort der Welt gesezt; so daß man sich nicht vorstellt, was aus der Sonne wird, wenn sie untergeht, und wie sie nach einigen Stunden bey einem schnurgrad entgegengesezten Punkte wieder erscheint: allein einige Beobachtungen haben nach und nach Vorurtheileumgestossen, die mehrere Philosophen mit dem gemeinen Volke theilten.

Man bemerkte daß die Himmelskugel sich um einen festen Punkt zu drehen scheint, den man den Weltpol nannte. Nun kann dieser Anschein entweder daher kommen, weil der Himmel sich wirklich um die Erde, oder daher, weil die Erde sich um ihre Axe bewegt, so daß sie ihren Pol immer gegen einerley Punkt des Himmels richtet. Allein die Zeit war noch nicht gekommeu, über diese Frage Muthmassungen zu formiren: man mußte vorher Muthmassungen über die Figur der Erde formiren.

Wie man geurtheilt hat, daß ihre Oberfläche nach der Richtung von Morgen gegen Abend convex ist.

Sie müssen erwägen, daß wenn Sie einen Körper kreisförmig über einer ebnen Fläche erheben, der Augenblick seiner grösten oder kleinsten Erhöhung für alle Punkte

dieser Fläche eben derselbe seyn wird; da hingegen, wenn Sie ihn um eine Kugel herum bewegen, der Augenblick seiner größten Erhöhung in Absicht auf einen Punkt, gerad der Augenbiick seiner kleinsten Erhöhung in Absicht auf einen andern Punkt seyn wird. Nun bemerkte man leicht, daß der Augenblick der größten Erhöhung der Sonne für alle Oerter der Erde nicht einerley ist; man sah im Gegentheil, daß er sich für die, die gegen der Seite zu wohnen, wo die Sonne aufgeht, früher, und für die, die gegen der entgegengesezten Seite zu wohnen, später ereignet; und hieraus schloß man mit Grund, daß die Erde, von Morgen gegen Abend zu, eine convexe Fläche ist.

Wie man über dieser Fläche einen Theil der Wendekreise zeichnete.

Man beobachtete den Lauf der Sonne, und bemerkte ohne Mühe, daß, indem sie täglich um die Erde läuft, sie sich beyden Polen, einem nach dem andern wechselsweise, nähert. Ich sage, indem sie läuft; denn alsdann war die Frage noch nicht, der Schein der Erfahrung von der Evidenz zu unterscheiden.

Man beobachtete am Himmel den Punkt, wo die Sonne nachdem sie sich dem Nord genähert hat, gegen den Mittag zurückkehrt; und denjenigen, wo sie, nachdem sie sich dem Mittage genähert hat, wieder gegen Norden rückt. Man sah,

daß dieses Gestirn, wann es bey dem nördlichen Punkt angekommen ist, durch seinen Tages-Umlauf, an dem Himmel einen Bogen beschreibt; man sah, daß, wann es bey dem Mittags-Punkt angekommen ist, es einen ähnlichen und parallelen Bogen beschreibt; und man hatte die Hälfte dieser zween Kreise, die wir **Wendekreise** (Tropici) nennen.

Und einen Theil des Aequators.

In einer gleichen Entfernung von den Wendekreisen, und in einer parallelen Richtung beschrieb man gleicherweise die Hälfte jenes größten Kreises, den man den Aequator nennt, weil er die Himmelskugel in zween gleiche Theile theilt.

Und einen Theil des Mittagskreises,

Es stuhnd nicht lang an, so beobachtete man, daß die Sonne im Augenblick ihrer größten Höhe dem Weltpol gegen über steht. Alsdann hatte man zween entgegengesezte Punkte, und indem man von einem zum andern einen Bogen zog, beschrieb man einen Theil des Mittagskreises. So heißt man einen größten Kreis, der den Himmel in zween gleiche Theile theilt, und in dem die Sonne im Mittag anlangt. Der Mittagskreis fällt senkrecht auf den Aequator, und schneidet die Wendekreise unter rechten Winkeln.

Man müßte Linien an dem Himmel ziehen, ehe man sie auf der Erde zog.

Der Zweck dieser Beobachtungen war, an dem Himmel Linien zu ziehen, die man noch nicht auf der Erde ziehen konnte, und die verschiedenen Jahrszeiten durch den Lauf der Sonne zu unterscheiden. Sie sehen ein, daß man hiezu feste Punkte an dem Himmel nöthig hatte. Denn da die Erde ihren Bewohnern unbekannt war, so konnte man von der Lage ihrer verschiedenen Theile nicht anders urtheilen als indem man an dem Himmel Punkte suchte, denen jeder gegenüber stund. So bald man einmal die Mittagslinie hatte, so konnte man geraden Wegs von Norden nach Süden gehn, indem man dieser Linie gerade zu folgte; und man konnte nach allen Seiten zu gehen, indem man den Grad der Schiefe bemerkte, unter der sie durch die verschiedenen Wege, die man nehmen wollte, geschnitten war.

Wie man urtheilte, daß die Erde eine convexe Fläche nach der Richtung der Mittagskreise ist.

Indem man nun nach der Richtung des Mittagskreises reisete, so ward man gewahr, daß die Sterne, die man vor sich sah, sich über dem Haupt erhoben, und daß neue Sterne erschienen, während daß die, die man hinter sich ließ sich neigten, und einige so gar verschwanden. Aus dieser evidenten Erfahrung zog man eine evidente Folge, daß man nemlich auf einer krummen Fläche fortgeschritten war.

Begrif, den man sich von der himmlischen Halbkugel macht.

Es war eine Folge der Beobachtungen, daß es eben so viel Mittagskreise als Oerter giebt, und daß alle Mittagskreise im Weltpol zusammenlaufen. Dadurch ward bewiesen, daß die himmlische Halbkugel nach zwo auf einander senkrechten Abmessungen convex ist. Dem zu Folge ließ man die an dem Himmel gezogenen Linien herabfallen, und bekam auf der Erde Mittagslinien und Bogen, die, mit dem Aequator parallel, in dem Maaße abnehmen, wie sie sich dem Pole nähern, so daß der lezte in dem Punkt, worin sich die Mittagslinien vereinigen, zusammenfließt.

Ist es einmal gewiß, daß die Mittagslinien in den Polen zusammen laufen, so folgt hieraus, daß sie sich nähern in dem Maaße wie sie von dem Aequator nach dem Vereinigungs-Punkte zu gehen. Lassen Sie uns also auf unserer Halbkugel eine gewisse Anzahl Mittagslinien ziehen, und setzen, Sie reisen nach einer auf diesen Linien senkrechten Richtung, das ist, auf einem mit dem Aequator parallelen Bogen.

Es ist evident, daß, je nachdem der Bogen, der die Entfernung eines Mittagskreises vom andern mißt, groß oder klein ist, der Augenblick der größten oder kleinsten Höhe der Gestirne sich

früher oder später ereignen wird. Denn der Weg, den Sie werden zu machen haben, wird kürzer oder länger seyn, je nachdem Sie näher oder weiter von den Polen reisen werden. Auf diese Art überzeugte man sich immer mehr, daß die Erde nach der Richtung der Mittagslinie und nach der Richtung des Aequators convex ist.

Wie man auf den Gedanken kam, daß es eine andere Halbkugel gebe.

Die tägliche und scheinbare Bewegung des Himmels brachte nachdenkende Beobachter nothwendig auf den Gedanken, daß es eine andere Halbkugel gebe. Man muthmaßte gleicherweise, daß sie convex sey, weil man keinen Geund hatte sie mit einer andern Figur zu denken. Von nun an schritt man von einer Muthmassung zur andern eilends fort. Man sagte: wenn es eine andere Halbkugel giebt, so ist sie vollkommen wie die unsrige: der Himmel dreht sich für beyde herum, und sie sind gleicherweise bewohnt: ein Parador, das dem gemeinen Volk ungereimt, dem Philosophen kühn, dem Theologen, der glaubte eine andere Halbkugel sey eine andere Welt, Gotteslästerlich vorkam.

Die Meynung wegen der Antiöden war noch weiter nichts als eine Muthmassung.

In der That war das noch weiter nichts als eine Muthmassung. Wenn das Aufgehen und Niedergehen der Sonne das Daseyn einer andern

Halbkugel

Halbkugel bewies, so bewies es nicht die Figur derselben. Man dachte sie blos darum convex, weil man keinen Grund hatte, sie von derjenigen, die man bewohnte, unterschieden zu denken; und man nahm sie bewohnt an, weil, wenn einmal die Einbildungskraft Aehnlichkeiten findet, sie dieselben vollständig annimmt. Dieses Urtheil war gegründet; allein man konnte sich der Wahrheit noch nicht versichern: es grif die Vorurtheile an, und die Einbildungskraft, die dasselbe so eilfertig gefällt hatte, befand sich in einer großen Verlegenheit, es zu vertheidigen.

Dieser Vernünftschluß: die andere Halbkugel ist der unsrigen ähnlich, weil wir keinen Grund haben, sie anders zu denken; und wenn sie der unsrigen ähnlich ist, so kann sie bewohnt seyn, und sie ist es wirklich: dieser Vernunftschluß, sage ich, giebt uns die Idee einer Muthmassung vom kleinsten Grad. Diese Art Muthmassung folgt unmittelbar auf die, die ungereimt sind, weil nichts ist, das sie umstößt: und sie geht unmittelbar vor denen her, die bewiesen sind, weil nichts ist, worauf sie sich gründet. Sie hat nichts anders zu ihrem Vortheil, als daß man nicht bewiesen hat, daß sie falsch sey.

Man kann und muß sogar dergleichen Muthmassungen erlauben; denn sie geben zu Beobachtungen Anlaß: allein man muß ihnen keinen Grad von Gewißheit beylegen, sondern sie als Hypothesen ansehen, bis die Evidenz der Erfahrung, die Evidenz der Vernunft oder die Analogie sie bewiesen haben. Wir wollen sogleich sehen, durch was für eine Reyhe von Stufen die Muthmassung der Antipoden sich bis zur Gewißheit erheben wird.

Wie man schloß, daß die Erde rund ist.

Der Fortgang der Astronomie war langsam. Es stuhnd ohne Zweifel lang an, bis man den Schatten der Erde in den Mondsfinsternissen erkannte; und diese Entdeckung ist wahrscheinlicherweise von einem Philosophen gemacht worden, dem es bereits glaublich vorkam, daß die Erde rund sey: von nun an konnte man nicht mehr daran zweifeln.

Woraus man schloß, daß alle ihre Theile auf gleiche Art gegen einerley Mittelpunkt drüken.

Alsdann fieng man an zu begreifen, daß die ganze Erde bewohnt seyn könne. Denn ist sie einmal rund, so müssen alle Körper auf ihre ganze Oberfläche drücken, so wie sie auf unsere Halbkugel drücken. Es ist evident, daß bloß das Gleichgewicht aller dieser Theile ihr ihre Ründe erhalten kann; und man begreift, daß das Gleichgewicht

Statt haben wird, wenn sie alle auf gleiche Art gegen einerley Mittelpunkt drücken.

Alsobald sah man es als eine ausgemachte Sache an, daß die Körper überall gleich schwer seyn, und überall gegen einerley Mittelpunkt drücken. Man glaubte es, nicht weil man Gründe hatte, diese Einförmigkeit der Schwere und der Richtung zu behaupten, sondern bloß weil man noch keinen Grund hatte zu urtheilen, daß die Richtung und die Schwere sich nach den Oertern abändern könnten. Dieses Betragen der Philosophen muß man beobachten, wenn man ihren Vernunftschlüssen den wahren Wehrt beylegen, und gegen die Urtheile, die sie allzu übereilt fällen, auf seiner Hut seyn will. In der That haben sie bey dieser Gelegenheit mehr geschlossen als sie hätten schliessen sollen: denn wir werden bald sehen, daß das Gleichgewicht Statt haben kann und Stait hat, obschon die Schwere und ihre Richtung von einem Orte zum andern verschieden ist.

Und man begrif, wie die andere Halbkugel bewohnt seyn konnte.

Dem ohngeachtet ob sie schon durch ihre Theorie in einen Irrthum gerathen waren, so war dieselbe dennoch hinreichend, die vornehmste Schwierigkeit der Einbildungskraft wider die Antipoden umzustossen: die Gesetze der Schwere waren hinlänglich bekannt,

ſo daß man wohl begrif, daß man auf einer Halbkugel eben ſo wenig als auf einer andern den Kopf unten, und die Füſſe in die Höhe ſtehen hat, und man konnte vorher ſehen, daß es einſt möglich ſeyn würde, in Ländern zu reiſen, die fabelhaft ſchienen.

Man würde davon überzeugt.

Dem ohngeachtet ſo lang man die Reiſe um die Erde noch nicht gemacht hatte, war das Daſeyn der Antipoden weiter nichts als eine mehr oder minder ſtarke Muthmaſſung; daher ward ſie auch von den Theologen verurtheilt. Allein wenn es eine Gottloſigkeit war, die Antipoden zu glauben, wie gottlos mußten nicht diejenigen ſeyn die die Reiſe dahin unternahmen? Dennoch ward das erſte wegen des leztern verziehen, und man war ehrlich genug, der Evidenz der Erfahrung nicht mehr zu widerſtehen.

Alsdann bildete man ſich die Erde vollkommen ſphäriſch ein.

Kaum hatte man Gründe zu urtheilen, daß die Erde rund iſt, ſo gieng man eilends weiter, und ſchloß, daß die ſphäriſch ſey. Es ſchien natürlich, ihr dieſe Figur beyzulegen: erſtlich weil man noch nicht Gründe genug hatte, eine andere zu denken. Zweytens weil ſie unter allen runden Figuren die faßlichſte iſt. Wenn dergleichen Vernunftſchlüſſe nichts beweiſen, ſo überreden ſie doch. Daher hat man

auch erst in unsern Tagen angefangen, die sphärische Figur der Erde in Zweifel zu ziehen.

Beweis, den man davon zu geben glaubte.

Ein ohne Beweis angenommener Grundsatz verleitete zum Irrthum. Man nahm ohne Beweis an, daß alle Körper gleicherweise nach dem Mittelpunkt der Erde zu drücken, und man machte folgenden Vernunftschluß: wenn unser Erdball aus einer flüssigen Materie bestünde, so würden alle Colonnen gleich seyn, alle Punkte der Oberfläche würden in einerley Entfernung von dem gemeinschaftlichen Mittelpunkte seyn, und alle Theile dieses flüssigen Wesens würden sich so zusammen ordnen, daß sie eine vollkommene Kugel formirten.

Dieser Vernunftschluß ist wahr, wenn man voraussezt, daß die Schwere in dem ganzen Umfange des Erdballes gleich ist. Man zweifelte nicht daran; man fuhr also fort. Das Meer bedeckt den größten Theil der Erde; seine Oberfläche ist also spährisch; und da das feste Land sich über die Fläche des Meeres erhebt, so ist es ausgemacht, daß die Erde eine Kugel ist.

Die Folgerung ward unrichtig.

Die Philosophen haben hier offenbar aus ihren Sätzen unrichtig gefolgert. Hätte man sich begnügt zu sagen:

die Erde hat ohngefehr eine runde Figur; ihr auf der Mondesscheibe gesehener Schatte, und die Schwere der Körper sind hinlänglich, solches zu beweisen. Allein wie schlecht war die Folgerung, als man urtheilte, sie sey sphärisch. Dieses Beyspiel wird Ihnen zeigen, wie man den Folgesätzen mehr Ausdehnung giebt als den Grundsätzen; und je mehr Sie die Art, wie die Menschen schliessen, studiren werden, desto mehr werden Sie sich überzeugen, daß sie fast allezeit zu viel oder zu wenig schliessen. Uebrigens habe ich vergessen, Ihnen einen der Gründe anzuführen, woraus man geschlossen hat, die Welt sey eine Kugel; man sagte nemlich, die runde Figur sey die vollkommenste. Däucht Ihnen dieser Beweis nicht einleuchtend? Doch lassen Sie uns annehmen, die Erde sey vollkommen rund, und sehen, wie man dazu gelangt ist sie zu messen, bis man es endlich so weit brachte, daß man nicht mehr wußte, was man ihr für eine Figur geben sollte.

Zweytes Kapitel.

Wie man dazu gelangt ist, den Himmel, und dann die Erde zu messen.

Wie man sich die Ebne des Aequators, und die Mittagsfläche vorstellt.

So bald man urtheilte, die Erde sey rund, so sezte man die krummen Linien, die man über unserer Halbkugel

beschrieben hatte, fort, und vollendete die angefangenen Kreise. Sie sehen leicht ein, daß man zu dieser Operation nur feste Punkte an dem Himmel bemerken durfte.

Denken Sie sich nunmehr Halbmesser, die von dem Mittelpunkt der Erde an alle Punkte des Umfanges des Aequators gezogen werden, und verlängern Sie dieselben, so weit Sie wollen: so werden Sie sich den Aequator als eine Ebne vorstellen, die unsere Erdkugel nnd den Himmel in zween gleiche Theile schneidet. Auf eben die Art werden Sie sich jeden Mittagskreis als eine Ebne denken, die sie in zween gleiche Theile theilt, und auf die Ebne des Aequators senkrecht fällt.

Und wie man sich die Ebne des Horizontes vorstellt.

Sie machen sich einen Begrif vom Horizont, wann Sie auf einem Gefilde rund um sich herum schauen, und, indem Sie sich eine Ebne denken, in deren Mittelpunkte Sie stehen, Sie den obern Himmel von dem untern absondern. Dieß ist es, was man den **sinnlichen Horizont** nennt.

Diese Ebne berührt die Erde in dem Punkt, wo Sie stehen: allein Sie können sich eine parallele Ebne denken, die die Erdkugel in zwo gleiche Halbkugeln theilen wird: diese Ebne ist das was man den **wahren** oder den **Rational-Horizont** nennt.

Wenn Sie erwägen, daß die Erde in Vergleichung mit den Fixsternen ein Punkt ist, so werden Sie urtheilen, daß diese zween Horizonte in einen zusammenfliessen. Haben Sie nicht bisweilen bemerket, daß wann Sie am Ende einer sehr langen Allee von Bäumen stehen, Sie die beyden Seiten sich allmählig einander nähern sehen, so daß die zween lezten Bäume, deren Entfernung verschwindet, in Absicht auf Sie einerley Lage gegen einander haben, Sie mögen dieselben längst der Reyhe, die zur Rechten ist, oder längst der Reyhe die zur Linken ist, betrachten. So wird ein Stern, er mag von dem Punkt a oder von dem Punkt c beobachtet werden, Ihnen immer an eben demselben Orte des Himmels zu stehen scheinen. (Fig. 46.)

Sie begreifen, wie Sie durch Aenderung des Ortes auch den Horizont ändern, und daß es folglich eben so viel Horizonte giebt, als Punkte auf der Oberfläche der Erde.

Der Winkel, den die Ebne des Horizontes mit der Ebne des Aequators macht, bestimmt den Grad der Breite, wo man ist.

Stellen Sie sich auf den Aequator, so werden Sie sehen, daß die Ebne des Horizontes mit der Ebne des Aequators einen rechten Winkel macht. Versetzen Sie sich an den Pol, so wird die Ebne des Aequa-

tors mit der Ebne des Horizontes zusammen fiessen. Endlich werden, in verschiedenen Entfernungen von dem Aequator oder von dem Pol, diese beyden Ebnen verschiedene Winkel machen. Da diesem so ist, so werden sie von den verschiedenen Entfernungen, in denen Sie vom Pol oder vom Aequator stehn, urtheilen, wenn Sie ein Mittel finden, die Winkel zwoer Ebnen zu messen.

Wie man diesen Winkel mißt.

In dieser Absicht theilt man den Mittagskreis, so wie alle Kreise der Sphäre, in 360 Grade, jeden Grad in 60 Minuten, jede Minute in 60 Secunden, jede Secunde in 60 Terzen u. s. w.

Sie begreifen, daß die Größe eines Winkels, der seinen Scheitel in dem Mittelpunkt eines Kreises hat, verschieden ist, nach der Anzahl der Grade, die in dem Bogen, der dem Scheitel gegenüber steht, enthalten sind. Der Kreis mag größer oder kleiner seyn, so bestimmen sie immer gleicherweise den Wehrt des Winkels: nur werden die Grade mehr oder weniger groß, und die Seiten des Winkels mehr oder weniger lang seyn. Der Winkel A C B ist eben derselbe, Sie mögen ihn auf dem Kreis A B D oder auf dem Kreis a b d messen.

Sie können sich eine Linie denken, die von einem Pol zum andern gezogen ist. Auf dieser Linie scheint sich die Himmelskugel zu bewegen, und man nennt sie aus diesem Grund die Welt-Axe. Wollen Sie daher wissen, wie weit die Pole von dem Aequator sind, so betrachten Sie die Winkel, die die Axe mit dem Durchmesser dieses größten Kreises macht, Sie werden augenscheinlich sehen, daß der Mittagskreis in vier gleiche Theile getheilt ist. Das Maaß von jedem dieser Winkel ist also der vierte Theil von 360, das ist, 90 Grade.

Wie man die Lage der Oerter in Rucksicht auf den Pol und auf den Aequator bestimmt.

Um die Lage der Oerter, die zwischen dem Pol und dem Aequator sind, zu entdecken, bedient man sich eines Quadranten, der in Grade, Minuten u. s. w. eingetheilt ist, und man sezt, der Beobachter stehe im Mittelpunkt der Erde. Er schaut nach dem Pol; dann verfolgt er mit seinem Gesicht einen Halbmesser, der sich zum Exempel über Parma erhebt; er betrachtet an dem Himmel den Punkt, wo dieser Halbmesser sich endiget. Durch dieses Verfahren sieht er auf seinem Quadranten die Größe des Bogens vom Mittagskreise. Nun darf er nur zählen um sich zu versichern, daß Parma 45 Grade 10′ weit vom Pol, folglich 44 Grade 50′ weit vom Aequator ist.

Sie werden mir sagen, ein Beobachter könne nicht in den Mittelpunkt der Erde gestellt werden. Es kommt also darauf an, daß ich Ihnen zeige, wie, wenn er auf der Oberfläche der Erde steht, dgs Resultat der Rechnungen eben dasselbe seyn wird.

Fig. 46. Parma ist im Punkt p. Wenn Sie nun die Linie c p bis an den Himmel verlängern, so werden wir eine auf unsern Horizont senkrechte Linie haben, und der Punkt z, wo sie sich endiget, wird das Zenith von Parma seyn. Hiebey will ich Ihnen die Anmerkung machen, daß ein jeder Ort sein Zenith wie seinen Horizont hat. Wenn Sie eben diese Linie auf der andern Seite verlängern, so ist das dem z schnurstracks entgegengesezte N das, was man das Nadir nennt.

Bey der Voraussetzung, daß die Erde sphärisch ist, drücken alle Körper gegen den Mittelpunkt c. Wir werden daher unser Zenith entdecken, wenn wir die Richtung eines Fadens beobachten, an dem ein Stück Bley hängt. Dieser Faden wird nothwendig mit der Linie z p c zusammen fallen.

Es ist offenbar einerley, das Zenith von p oder von c aus zu beobachten. Allein da der sinnliche Horizont sich mit dem wahren vermengt, so ist

es einerley, ob man in p oder in c ist, um den Pol zu beobachten. Folglich wird kein Irrthum Statt haben, wenn man annimmt, der Winkel z c E sey eben derselben wie der Winkel z p E. Auf diese Art mißt man auf der Oberfläche der Erde eben so genau als aus dem Mittelpunkt.

Sie sehen, wie man die Entfernung eines Ortes vom Aequator bestimmt, diese Entfernung ist was man die Breite nennt. Die Breite von Parma ist 44 Grade 50′.

Wie man den Grad der Länge eines Ortes bestimmt.

Um die Lage der Oerter vollends fest zu setzen, muß man ihre respective Lage gegen Morgen oder gegen Abend bestimmen. Es ist klar, daß wir in diesem Fall die Grade auf dem Aequator messen können, gleichwie wir sie in den vorigen auf dem Mittagskreis gemessen haben: man darf nur einen Punkt bestimmen, von dem man zählen kann; und das thut man, indem man einen Mittagskreis wählt, den man als den ersten ansieht. Die Entfernung der Oerter von diesem ersten Mittagskreis heißt die Länge, und sie wird auf dem Aequator von Abend gegen Morgen, oder auf den Parallelkreisen gezählt. Uebrigens ist die Wahl des ersten Mittagskreises gleichgültig: die Franzosen ziehen ihn durch die Ile de Fer, die Holländer durch den Pic von

Tenerif, und jeder Astronom durch den Ort, wo er seine Beobachtungen macht.

Die Länge ist also die Entfernung eines ersten Mittagskreises von einem andern: allein die Entfernung zwischen zween Mittagskreisen ist nicht überall einerley: sie ist größer auf dem Aequator, sie vermindert sich auf den Parallelkreisen. Das ist augenscheinlich, indem alle Mittagskreise in dem Pol zusammen laufen.

Wenn die Erde vollkommen rund wäre, so könnte man bestimmen, nach welcher Verhältnis die Grade der Länge abnehmen, so wie man von dem Aequator dem Pole zu geht. Allein Sie werden sehen, daß die Ungewißheit, worin wir wegen ihrer Figur schweben, uns nicht gestattet, weder die Grade der Länge noch selbst die Grade der Breite mit Genauigkeit zu bestimmen. Die Länge von Parma ist 28 Grade, 27′, 50″. Allein was ist das wahre Maaß dieser Grade? Dieß ist es, was man nicht genau weiß.

Drittes Kapitel.

Wie man die verschiedenen Jahrszeiten bestimmt hat.

Die Jahrszeiten. Man theilt das Jahr in vier Jahrszeiten. Die wärmste heißt der **Sommer**; die kälteste der **Winter**; diejenige, die den Winter von dem Sommer sondert, der **Frühling**; und die, die den Sommer von dem Winter sondert, der **Herbst**.

Die Ekliptik. Diese Jahrszeiten hängen von dem Lauf der Sonne ab. Dieses Gestirn, wie ich bereits gesagt, geht und kommt wieder von einem Wendekreis zum andern. Wann man seinen Weg beobachtet, so sieht man, daß es von Abend gegen Morgen einen Kreis beschreibt, der den Aequator schneidet, und mit ihm einen Winkel von 23 Graden und ohngefehr einem halben macht: dieser Kreis heißt die **Ekliptik**.

Das Jahr. Die Sonne weicht niemals von der Ekliptik ab. Es steht 365 Tage, 5 Stunden, 45 Minuten an, bis sie wieder zu dem Punkte zurückkommt, wovon sie ausgegangen ist, und dieser Zeitraum heißt das **Jahr**. Weil man aber die 5 Stunden und die 49 Minuten nicht rechnet, so

fügt man alle vier Jahre einen Tag hinzu, und macht das Jahr von 366 Tagen. Dieß ist das Schaltjahr. Da diese Hinzufügung von einem Tag jährlich um 12 Minuten zu groß ist, so würde das Jahr nach vier Jahrhunderten drey Tage zu viel haben; daher muß man, um dem Lauf der Sonne wieder gleich zu kommen, von den drey Jahren, die Schaltjahre gewesen wären, die drey Tage wegwerfen.

Die Planeten bewegen sich auch von Abend gegen Morgen in Laufbahnen, die die Ekliptik in zween gleiche Theile theilen. Ihre Umläufe geschehen zwischen zween, mit der Ekliptik parallelen, Kreisen, wovon der eine acht Grade gegen Mittag, der andere acht Grade gegen Norden ist.

Der Thierkreis. Man stellt sich den Raum, der zwischen diesen drey Kreisen ist, als einen 16 Grade breiten Gürtel oder Streifen vor: man theilt den ganzen Umfang dieses Streifens in 12 Theile, jeden von 30 Graden; jeder ist durch ein verschiedenes Zeichen, das ist, durch einen gewissen Haufen Sterne unterschieden. Dieser Streifen ist, was man den Thierkreis nennt.

Unterschied der Jahrszeiten nach dem Lauf der Sonne. In dem nördlichen Theile fängt die Sonne den Frühling

an, wann sie in dem ersten Grad des Widders ist: den Sommer, wanu sie den Wendekreis des Krebses beschreibt: den Herbst, wann sie in die Wage trit: den Winter, wann sie den Wendekreis des Steinbocks durchläuft.

In dem mittäglichen Theil entspricht der Sommer dem Winter, der Frühling dem Herbst, und hinwiederum.

Sie sehen, daß der Sommer diejenige Jahrszeit ist, worin die Sonne unserm Zenith sich am meisten nähert. Alsdann verweilt sie am längsten über unserm Horizont, und ihre Strahlen fallen am mindesten schief: dieß sind zwo Ursachen der Wärme; aber es sind nicht die einzigen. Im Winter verweilt dieses Gestirn minder lang über dem Horizont, und seine Strahlen fallen sehr schief. Es verbreitet daher weniger Wärme, und über dieß wird sie zum Theil durch die Länge der Nächte zerstreut.

Zwischen den zween Wendekreisen giebt es eigentlich nur zwey Jahrszeiten, den Winter und den Sommer. Wann die Sonne sich dem Zenith eines Ortes nähert; so fallen fast ununterbrochene Regen, die die Wärme vermindern; und

man

man sieht diese Zeit als den Winter an: wann die Sonne sich entfernt, so nehmen die Regen ab, die Wärme nimmt zu, und man sieht diese Zeit als den Sommer an.

Viertes Kapitel.

Wie man die Ungleichheit der Tage erklärt.

Der Tag im Gegensatz der Nacht betrachtet.

Die Dauer des Tages hängt von der Zeit ab, während der die Sonne über dem Horizont ist. Der Tag fängt an, wann die Sonne sich über dem Horizonte zeigt. Er endiget sich, wann dieses Gestirn hinunter sinkt: denn da der Horizont die Erde in zwey gleiche Halbkugeln theilt, so können Sie die Sonne nicht sehen, wann sie die entgegengesezte Halbkugel beleuchtet.

Gerade Sphäre, wo die Tage den Nächten gleich sind.

Stellen Sie sich auf den Aequator; so wird Ihr Horizont diesen Kreis und die parallelen Kreise in zwo Hälften, die obere und die untere, theilen. Er wird Ihnen also die Hälfte des täglichen Umlaufes der Sonne verbergen: dieses Gestirn wird 12 Stunden über dem Horizont, 12 Stunden darunter seyn;

und alle Tage des Jahres werden den Nächten gleich seyn. Diese Lage, wo der Horizont den Aequator unter einem rechten Winkel schneidet heißt die gerade Sphäre.

Parallele Sphäre wo es sechs Monate lang Tag, und sechs Monate lang Nacht ist.

Wenn Sie sich unter einen der Pole versetzen, so wird Ihr Horizont mit dem Aequator zusammen fliessen; Sie werden die Sonne nur sehen, während daß sie die Hälfte der Ekliptik durchläuft, und sie wird Ihnen verborgen seyn, während daß sie die andere Hälfte durchläuft. Das Jahr wird also für Sie in einen Tag und in eine Nacht getheilt seyn, wovon der eine und die andere sechs Monate haben wird. Diese Lage heißt die **parallele Sphäre.**

Schiefe Sphäre, wo die Tage ungleich sind.

Endlich wenn Sie sich zwischen den Pol und den Aequator stellen, so wird die Ebne dieses Kreises durch die Ebne Ihres Horizontes schief geschnitten werden. Bey dieser Voraussetzung wird der Aequator in zween gleiche Theile; aber die Parallelkreise in ungleiche Theile getheilt werden. Für uns, zum Exempel ist ein größerer Theil der nördlichen Kreise, und ein kleinerer der mittäglichen Kreise über dem Horizont. Ein Blick auf die künstliche Himmelskugel wird Ihnen dieses begreiflicher machen, als alle

Figuren, die ich Ihnen vorzeichnen könnte. Diese leztere Lage heißt die schiefe Sphäre.

Nunmehr ist es leicht zu begreifen, daß wann die Sonne im Aequator ist, der Tag der Nacht gleich seyn muß; weil sie über dem Horizont von ihrem Kreis einen Theil beschreibt, der dem, den sie unter dem Horizont beschreibt, gleich ist. Diese Gleichheit findet auf der ganzen Erde Statt, ausser unter dem Pol. Daher giebt man dem Aequator den Namen Aequinoctionallinie.

Sie sehen aus eben demselben Grund, daß der Tag zunehmen muß, wann die Sonne sich dem Wendekreis des Krebses nähert; denn dieses Gestirn beleuchtet uns um so länger, je größer die Kreisbogen sind, die es über dem Horizonte beschreibt. Hingegen müssen die Tage abnehmen, wann es zu dem Wendekreis des Steinbocks zurückkehrt, indem sein Aufenthalt über dem Horizont desto kürzer ist, je kleiner die Kreisbogen sind, die es beschreibt.

Die Nachtgleichen. Man heißt Nachtgleichen die Punkte, wo der Aequator die Ekliptik schneidet weil wann die Sonne da ankommt, die Nächte den Tagen gleich sind; die eine ist die Frühlings Nachtgleiche, gegen den 21 Märzen; die andere

ist die Herbst-Nachtgleiche, gegen den 23 September.

Die Sonnen-Standspunkte.

Man nennt Sonnenstandspunkte diejenigen Punkte der Ekliptik, die die Wendekreise berühren. Alsdann ist die Sonne in ihrer größten Entfernung von dem Aequator, der Bogen, der diese Entfernung mißt, hat 23 Grade und einen halben, und einige Tage lang scheint sie sich demselben nicht merklich zu nähern; der Sonnenstand im Sommer geschieht im ersten Grade des Krebses, wo die Sonne am längsten verweilt, gegen den 21 Junius. Der Sonnenstand im Winter geschieht im ersten Grade des Steinbockes, wo dieses Gestirn den kürzesten Tag macht, gegen den 22 December.

Die Koluren.

Durch diese vier Punkte läßt man zween größte Kreise gehen, die sich bey den Weltpolen unter rechten Winkeln schneiden; der eine heißt der **Kolur** der Sonnenstandespunkte, und der andere der Kolur der Nachtgleichen. Diese Kreise sind bey der Sphäre am wenigsten nothwendig.

Die Tage, wenn sie als Zeiträume von 24 Stunden betrachtet werden, haben nicht alle vollkommen einerley Dauer.

Bisher haben wir den Tag im Gegensatz der Nacht betrachtet: allein man nennt auch Tag die Zeit von dem Augenblick an

an, da die Sonne den Mittagskreis eines Ortes verläßt, bis zu dem Augenblick, da sie wieder dahin zurückkommt.

Dieser Tag übertrift die Zeit einer Umdrehung der Erde um ihre Axe: denn während daß die Sonne durch ihren täglichen Umlauf, von Morgen gegen Abend geht, rückt sie auf der Ekliptik von Abend gegen Morgen fort, und kommt folglich zu dem Mittagskreis, von dem sie ausgegangen war, später zurück.

Allein dieses Gestirn durchläuft nicht jeden Tag einen gleichen Raum auf der Ekliptik. Was wir weiter oben gesagt, zeigt Ihnen, daß die Bewegung der Sonne in der Ekliptik nichts anders ist als die Bewegung der Erde in ihrer Laufbahn. Nun aber beschreibt die Erde in gleichen Zeiten größere Bogen in ihrem Perihelio als in ihrem Aphelio. Hieraus folgt offenbar, daß die Sonne auf der Ekliptik nicht immer gleich fortrückt, und daß nicht alle Tage jede Umdrehung der Erde um eine gleiche Quantität übertreffen.

Ob man also schon den Tag in 24 Stunden eintheilt, so muß man doch nicht glauben, daß die Dauer alle Tage immer gleich sey, sie ändert sich vielmehr von einem Tage zum andern. Allein die

Astronomen nehmen eine mittlere Größe zwischen den längsten und kürzesten Tagen: hiedurch bringen sie sie zur Gleichheit, und diese Reduction heißt die Aequation der Zeit. Sie geschieht, indem man die Zeit, die die Sonne braucht, die Ekliptik zu durchlaufen, in gleiche Stunden eintheilt.

Weil wir uns dann in der Sphäre befinden, so halte ich es für dienlich, darin fortzufahren und Ihnen vollends einen genauen Begrif davon zu geben. Dieß wird der Innhalt des folgenden Kapitels seyn.

Fünftes Kapitel.

Allgemeiner Begrif von den Kreisen der Sphäre und ihrem Gebrauch.

Kreise, wovon wir schon geredet haben.

Die Weltaxe ist eine Linie, die von einem Pole zum andern geht, und auf welcher sich der Himmel zu bewegen scheint; sie geht senkrecht durch die Ebne des Aequators, die das Weltall in zwey Theile theilt.

Der Thierkreis ist ein kreisförmiger Streifen, 16 Grade breit, der die Erde und den Himmel

in gleiche Theile theilt, und mit dem Aequator einen Winkel von 23 Graden und einem halben macht.

Mitten in diesem Streifen ist die Ekliptik, die die Sonne von Abend gegen Morgen in Zeit von einem Jahre durchläuft.

Der Mittagskreis schneidet den Aequator unter rechten Winkeln; der Horizont ist schief oder parallel nach der Lage der Oerter, und die beyden Wendekreise bezeichnen die Gränzen, die die Sonne niemals überschreiten soll. Dieß sind die Kreise, wovon wir bereits geredet haben.

Axe der Ekliptik.

Stellen Sie sich eine Linie vor, die durch die Ebne der Ekliptik senkrecht geht; sie wird die Axe davon seyn, und Sie werden sich ihre Enden als die Pole davon denken.

Ihre Pole beschreiben Polarkreise.

Während daß die Ebne der Ekliptik sich herumdreht, beschreiben ihre Pole Kreise, die man Polarkreise nennt: der gegen Norden heißt der nördliche, der gegen Mittag heißt der mittägliche Kreis (circulus arcticus, circulus antarcticus) Sie sehen sie auf der künstlichen Weltkugel gezeichnet, 23 Grade und einen halben von den Polen.

Unter diesen Kreisen ist der längste Tag 24 Stunden, und noch weiter, so wie man sich von dem Aequator entfernt, nehmen die Tage immer zu.

Die Zonen. Hier haben Sie also die Erde in mehrere Streifen, die man Zonen nennt, eingetheilt. Der zwischen den zween Wendekreisen begriffene Raum ist die heisse Zone: die temperirten Zonen erstrecken sich von den Wendekreisen bis zu den Polarkreisen, und die kalten Zonen von den Polarkreisen bis zu den Polen.

Die Klimata. Da der Tag unter dem Aequator 12 Stunden, und unter den Polarkreisen 24 Stunden hat, so hat man den Raum betrachtet, wo der längste Tag 12 Stunden und eine halbe hat, den wo er 13, den wo er 13 und eine halbe hat; und hat den zwischen diesen beyden Kreisen enthaltenen Raum zu 24 Streifen, die man Klimata heißt, eingetheilt. Man hat ferner den Raum, der von den Polarkreisen bis zu den Polen geht, in andere Klimata eingetheilt. Dieß sind Klimata, wo die Tage weit merklicher zunehmen. Besondere Tafeln werden Ihnen dieses umständlicher vor Augen stellen.

Die Kreise der Länge und der Breite. Alle Mittagskreise werden als Kreise der Länge betrachtet,

weil die verschiedenen Längen von einem Mittagskreis zum andern gemessen werden. Aus eben dem Grunde werden die Parallelkreise als Kreise der Breite angesehen; allein man hatte andere Kreise vonnöthen, um die Länge und Breite der Gestirne zu messen. Die Ekliptik ist in Absicht auf diese neuen Kreise das was der Aequator in Absicht auf die erklärten Kreise ist. Stellen Sie sich also größte Kreise der Länge vor, die die Ekliptik unter rechten Winkel schneiden, und durch ihre Pole gehen; und Kreise der Breite, die mit der Ekliptik parallel gehen, und folglich die Kreise der Länge auch unter rechten Winkel schneiden.

Der erste dieser Kreise der Länge geht beym Punkt der Nachtgleichen durch den Widder; und von da zählt man die Länge der Gestirne von Abend gegen Morgen; wie man die Breite von der Ekliptik bis zum Pole dieses Kreises zählt.

Die Bewegung des Himmels in Absicht auf tägliche, und in Absicht auf die jährliche Revolutionen.

Sie können die scheinbare Bewegung des Himmels entweder in Absicht auf die täglichen, oder in Absicht auf die jährlichen Revolutionen betrachten. In dem ersten Fall scheint die Sonne Kreise zu beschreiben, die mit dem Aequator parallel sind; allein in dem zweyten scheint sie Arten von Spirallinien zu beschreiben; denn bey

jeder täglichen Umdrehung kommt dieses Gestirn zu einem Punkte zurück, der von dem, wovon es ausgegangen, verschieden ist, und beschreibt die Ekliptik im Lauf eines Jahres. Nun aber urtheilt man nach der Ebne dieses größten Kreises von den jährlichen Bewegungen der Planeten, der Cometen, und von der Lage aller Gestirne.

Neigung der Erdaxe. Die Erde scheint, indem sie von Abend gegen Morgen fortrückt, ihre Axe immer sich selbst parallel zu erhalten; dennoch hat diese Axe eine kleine Bewegung. Unter einer Neigung von 66 Graden, 31 Minuten gegen die Ebne der Ekliptik, bewegt sie sich von Morgen gegen Abend, und ihre Pole beschreiben Kreise um die Pole der Ekliptik. Dieß ist die Ursache, warum die ganze Kugel der Fixsterne, von Abend gegen Morgen, um eine durch die Pole der Ekliptik gezogene Axe sich zu drehen scheint, und alle Sterne beschreiben durch ihre scheinbare Bewegung Kreise, die mit der Ekliptik parallel sind.

Das Vorrücken der Nachtgleichen. Durch die Bewegung dieser Axe dreht sich der gemeinschaftliche Durchschnitt des Aequators und der Ekliptik herum; und die ersten Punkte des Widders und der Wage, die einander immer gegen über stehen,

durchlaufen von Morgen gegen Abend die ganze Ekliptik in einem Zeitraum von 25920 Jahren.

Diese Bewegung der ersten Punkte des Widders und der Wage ist was man das **Vorrücken der Nachtgleichen** nennt: sie ist die Ursache, warum die Sonne zu dem Punkt der Ekliptik, wovon sie ausgegangen ist, zurückkommt, ehe sie ihren ganzen Umlauf vollendet hat, folglich ist das Jahr kleiner als die periodische Zeit des Umlaufes dieses Gestirnes.

Man sieht hieraus, daß gegenwärtig die Sonne zur Zeit der Frühlings-Nachtgleiche sich nicht bey eben demselben Punkte befindet wo sie vor 2, 3 oder 4000 Jahren war; und daß sie sich bey eben dem Punkt, wo sie gegenwärtig ist, erst in ohngefehr 26000 Jahren befinden wird; dieß ist es was man das große Jahr nennt.

Die griechischen Astronomen, die den Constellationen Namen gegeben, haben den Stern des Widders als den ersten Punkt des Thierkreises angesehen, weil die Sonne wirklich diesem Sterne gegenüber stand, wann sie in der Frühlings-Nachtgleiche war. Allein seit dem ist jede Constellation fast um ein Zeichen vorgerückt: der Widder ist ganz im Zeichen des Stieres, der Stier im Zeichen der Zwillinge u. s. w.

Daher kommt es, daß einige unter den heutigen Astronomen die himmlischen Bewegungen von dem wirklichen Punkt der Nachtgleiche an rechnen; die andern von dem Stern des Widders an: allein diese leztern fügen ihren Berechnuugen den Unterschied bey, der zwischen dem Ort dieses Sternes, und dem Ort wo die Nachtgleiche sich ereignet, Statt findet; und sie nennen diesen Unterschied das **Vorrücken der Nachtgleichen**, weil die Nachtgleiche sich ereignet, ehe die Sonne ihren jährlichen Umlauf vollendet hat.

Wie man den Weltpol genauer bestimmt hat.

Diese Bewegung der Pole des Aequators ist nicht so gleich bemerkt worden: im Gegentheil glaubte man, die Polarsterne seyen unbeweglich, weil man in ihrer Lage keine merkliche Veränderung wahrnahm. Als man ihre Bewegung bemerkt hatte; so kam es darauf an, die Weltpole au feste Punkte zu setzen. Man bemerkte also, daß da die Sterne alle Tage einen Umlauf machen, sie um einen Mittelpunkt einen Kreis beschreiben; und so bald man diesen Mittelpunkt hatte, so hatte man die unbeweglichen Weltpole. Alsdann zog man die Mittagslinie nicht mehr nach den Polarsternen, sondern nach dem Punkt, um den diese Sterne wechselsweise in ihrer größten und in ihrer kleinsten Höhe sind. Auf diese Art zeichnete man genauer alle Kreise der Sphäre.

Sechstes Kapitel.

Wie man die Grade eines Mittagskreises mißt.

Die ersten Ausmessungen der Erde waren nicht sonderlich genau.

Es war nicht genug, daß man Linien auf der Erde gezeichnet, und sie in Grade eingetheilt hatte, indem man sich Kreisbogen an dem Himmel vorstellte. Man wußte auf diese Art, was für einen man nehmen sollte; allein man wußte nicht, was seine Länge war. Man mußte also noch die Grade messen, und die Anzahl der Toisen, die jeder enthält, bestimmen. Dieses Unternehmen ist zu verschiedenen Zeiten versucht worden. Dem ohngeachtet wußte man gegen die Mitte des leztern Jahrhunderts noch nicht, was man für ein Urtheil fällen sollte, als Ludwig XIV gebot, neue Ausmessungen anzustellen. Man hatte damals bessere Werkzeuge als jemals, und die Methoden waren vervollkommnet worden. Picard vollzog den Befehl des Königes, und man glaubte endlich die wahre Größe unsers Erdballs zu kennen. Allein alle Arbeiten dieses Geometers sezten voraus, daß die Erde vollkommen rund sey: eine Voraussetzung, die durch die nachher angestellten Erfahrungen widerlegt worden ist.

Wann man nach der Richtung der Mittagslinie fortrückt, so sieht man die Sterne sich über den Horizont erheben. Es scheint daher, um die Größe eines Grades auf der Erde zu kennen, dürfe man nur den Weg messen, den man zurücklegt, bis man einen Stern durch sein Aufsteigen einen Bogen durchlaufen sieht, der sich zum Umfange des Kreises verhält wie 1 zu 360. Zufolge dieser Methode urtheilte man, daß ein Grad auf der Oberfläche der Erde 20 französische Meilen enthalte. Und weil man eilfertig war zu schliessen, daß alle Grade gleich seyen, so glaubte man, man dürfe nur 20 mit 360 multipliciren.

Man schloß daher, daß die Erde 7200 französische Meilen im Umfang habe. Allein in diesem Verfahren waren zwo Quellen von Irrthümmern, die erste war, daß man von dem Aufsteigen der Sterne in Absicht auf den Horizont urtheilte; die zweyte, daß man annahm, alle Grade seyen einander gleich. Dieß ist es, was wir zu entwickeln haben.

Man betrog sich, indem man von dem Aufsteigen der Sterne in Absicht auf den Horizont urtheilte.

Man hat bemerkt, daß die Strahlen sich brechen, wenn sie von einem Medio in ein anders schief übergehen. Man wird Sie eines Tages den Weg, dem sie folgen, beobachten

lassen, allein gegenwärtig dürfen Sie dieses Phänomen nur als eine Erfahrung annehmen, woran man nicht zweifeln darf.

Die Strahlen der Gestirne, die am Ende unsers Horizonts sind, langen also nur alsdann bey uns an, nachdem sie sich gebrochen haben. Dieß ist die Ursache, warum wir die Sterne nicht an ihrem wahren Orte sehen; sie scheinen uns höher zu stehen als sie wirklich stehn, und wir bemerken sie sogar über dem Horizont, wenn sie noch darunter sind.

Wenn diese Strahlenbrechung zu allen Zeiten einerley wäre, so könnte man sie bestimmen, und sie würden keinen Irrthum verursachen: allein sie richtet sich nach allen Veränderungen der Dunstkugel, und die Dunstkugel ändert sich unaufhörlich ab.

Man mußte davon in Absicht auf das Zenith urtheilen.

Die Gestirne haben ihre größte Höhe, wann sie in dem Zenith sind: alsdann fallen ihre Strahlen senkrecht, und leiden keine Brechung. Wir werden daher die Erhebung der Sterne genauer messen, wenn wir, anstatt in Absicht auf das Ende des Horizontes davon zu urtheilen, in Absicht auf unser Zenith davon urtheilen werden.

Wenn die Erde vollkommen rund ist, so sind die Grade des Mittagskreises gleich.

Man findet das Zenith, wann man die Richtung eines Fadens, an dem ein Bley hängt, beobachtet. Diese Richtung heißt die Verticallinie, und fällt von dem Zenith senkrecht auf den Horizont; die Verticallinie macht folglich mit der Horizontallinie einen rechten Winkel.

[4] Lassen Sie uns nun zwey unter einerley Mittagskreise gelegene Oerter nehmen, und uns vorstellen, daß von den Zeniths des einen und des andern die beyden Verticallinien in das Innere der Erde verlängert werden. Dieses vorausgesezt, so sind diese Linien, wenn die Erde eben ist, in ihrer ganzen Länge parallel, und wir mögen gegen Norden oder gegen Mittag gehen, so werden die Sterne immer einerley Höhe zu haben scheinen. Wenn die Erde vollkommen rund ist, so werden alle Verticallinien in einem Punkte zusammen laufen. Wir werden daher die Sterne nach Verhältnis des Raumes, den wir auf einem Mittagskreise durchlaufen, sich erheben sehen. Wenn man zum Exempel 57000 Toisen zu durchlaufen hat, bis man einen Stern um einen Grad steigen sieht, so wird man zwey, drey, viermal diesen Raum durchlaufen müssen, bis man einen Stern um zwey, drey, vier Grade steigen sieht; denn die Punkte der Oberfläche,

fläche, wodurch die Verticallinien A, B, C, D gehen, sind alle in einerley Entfernung (Fig. 47.)

Fig. 48. Ganz anders wird es seyn, wenn die Krümme der Erde ungleich ist; denn die Linien A und B, die auf die eingedrückte Oberfläche senkrecht fallen, vereinigen sich in einer größern Entfernung als die Linien C und D, die auf die convexere Oberfläche senkrecht fallen. Es ist also ein größerer Zwischenraum zwischen den Punkten A und B als zwischen den Punkten C und D. Nun ist es augenscheinlich, daß die Grade in einer Verhältnis stehen mit der Länge der Halbmesser, die von dem Vereinigungspunkt auf die Oberfläche der Erde gezogen werden: da wo die Halbmesser kürzer sind, sind die Grade kleiner: da wo die Halbmesser länger sind, sind die Grade größer. Woraus man mit Grund schließt, daß die Erde gegen die Pole eingedrückt ist, wenn die Grade des Mittagskreises bey dem Pole größer sind als bey dem Aequator.

Die Weite eines Bogens vom Mittagskreise.

Der Winkel, den die Verticallinien zweyer unter einerley Mittagskreise gelegenen Oerter machen, heißt die **Weite** (amplitudo) des Bogens vom Mittagskreise, der sich von einem Zenith zum andern erstreckt. Wenn der Bogen einen, zwey, drey Grade hat, so wird die Weite ebenmäßig einen,

zwey und drey Grade haben; denn wenn der Bogen den Winkel mißt, so bestimmt auch der Winkel die Weite des Bogens: diese beyden Sätze fliessen einer aus dem andern.

Wie man diese Weite bestimmt.

Wenn man aus dem Mittelpunkt der Erde das Zenith von Paris und das von Amiens, die in einerley Mittagskreise sind, beobachtete, so ist klar, daß man auf einem Quadranten die Weite des Bogens bestimmen könnte. Allein eben dieses läßt sich auch von Paris oder von Amiens aus bewerkstelligen, weil wegen der großen Entfernung, in der wir von den Fixsternen sind, der Halbmesser der Erde für nichts zu rechnen ist, und folglich der Winkel, der durch die von den beyden Zeniths gezogenen Linien formirt wird, eben derselbe ist, diese Linien mögen auf der Oberfläche zusammenlaufen oder bis in den Mittelpunkt verlängert werden.

Wann man die beyden Zeniths nicht bekommen kann, so nimmt man einen Stern, der dazwischen ist. Alsdann ist der Winkel, der den Bogen des Mittagskreises von Paris bis Amiens bestimmt, aus zwey andern zusammengesezt, wovon der eine durch die Verticallinie von Paris und die nach dem Stern gezogene Linie, der andere durch eine ähnliche Linie und die Verticallinie von Amiens formirt ist.

Wenn der Stern ausserhalb des Winkels der zwo Verticallinien und diesseits des Zeniths von Amiens stünde, so ist klar, daß Sie den Wehrt des Winkels, den die zwo Verticallinien formiren, haben werden, wenn Sie von dem Winkel, der durch die Verticallinie von Paris und die nach dem Stern gezogene Linie formirt ist, den diesseits der zwo Verticallinien formirten Winkel abziehen.

Wann man einmal die Weite des Bogens kennt, so darf man, um den Wehrt des Grades zu bestimmen, nur den Raum zwischen Paris und Amiens messen.

Um zu begreifen, wie man an unzugängliche Grössen mißt, muß man zum Grundsatze nehmen, daß die drey Winkel eines Dreyecks zweyen rechten gleich sind.

Es würde leicht seyn, die Weite von Paris nach Amiens zu messen, wenn die Ebne des Bodens gestattete sich einer Toise zu bedienen: allein weil Anhöhen und Thäler dieses Mittel unbrauchbar machten, so mußte man sich in der Luft eine mit dem Horizont parallele Ebne vorstellen, und das Geheimnis finden, sie zu messen. Dieß ist es, was die Geometer auf eine sehr einfache Art bewerkstelligen. Wenn Sie begreifen wollen, wie sie in solchem Falle verfahren, so müssen Sie zum Grundsatze nehmen, was wir weiter oben bewiesen haben,

daß nemlich die drey Winkel eines Dreyecks zweyen rechten gleich sind.

Wenn eine Seite und zween Winkel gegeben sind, so läßt sich der dritte Winkel und die zwo andern Seiten bestimmen.

Da also die drey Winkel eines Dreyecks zweyen rechten gleich sind, so darf man nur zwey davon messen, um von dem Wehrt des dritten zu urtheilen. Sie werden ferner daraus schliessen, daß wenn man eine der Seiten und zween Winkel kennt, man die zwo andern Seiten bestimmen kann. Von den sechs Dingen also, die man in einem Dreyeck betrachten kann, nemlich drey Winkel und drey Seiten, darf man nur drey messen, um von dem Wehrte der drey andern, die man nicht messen kann, zu urtheilen. [Aber unter den drey gegebenen Dingen muß wenigstens eine Seite seyn.]

Fig. 49. Die Linie A B sey die Grundlinie eines Dreyecks. Es ist gewiß daß je größer die Winkel sind, die wir auf ihren Enden formiren, desto mehr wird der dritte Winkel von ihr entfernt seyn; im Gegentheil je kleiner sie sind, desto weniger wird er entfernt seyn. Die Länge dieser Grundlinie und die Größe der beyden Winkel bestimmen daher den Punkt, wo die zwo andern Seiten sich begegnen sollen. Wenn wir folglich die Länge dieser Grundlinie und die Größe

der beyden Winkel kennen, so werden wir die Länge der Linien A C und B C, und die Länge der Linien A d und B d bestimmen können.

Wie man die Breite eines Flusses mißt.

Fig. 50.

Gesezt man wolle die Breite eines Flusses messen; so zieht man längst dem Ufer die Grundlinie A B; von dem Punkt A schaut man alsdann nach dem Gegenstand C, der auf dem entgegengesezten Ufer ist, so daß der optische Lichtstrahl senkrecht auf die Linie A B fällt. Man hat zu diesem Verfahren die erforderlichen Werkzeuge. Von da aus geht man nach B, und indem man wiederum nach dem Gegenstand C schaut, vollendet man das Dreyeck.

Wann dieses Verfahren zu Ende ist, so wird man die Größe von jedem Winkel leicht kennen lernen. Man darf nur noch die Länge der Grundlinie messen, um von der Länge der Linie A C, das ist, von der Breite des Flusses zu urtheilen.

Wie man durch eine Reyhe von Dreyecken einen Grad des Mittagskreises mißt.

Wann Hindernisse nicht gestatten, die Gegenstände, deren Entfernung man mißt, zu gleicher Zeit zu sehen, so sucht man neben ihnen sichtbare Gegenstände, und formirt eine Reyhe von Dreyecken, wovon man die Winkel mißt. Das

zweyte hat zur Grundlinie eine der Seiten des erstern, das dritte eine der Seiten des zweyten u. s. f.

Wann man also die Grundlinie des erstern und seine drey Winkel kennt, so kennt man die Länge von jeder seiner Seiten, und folglich die Grundlinie des zweyten. Wann man die Grundlinie des zweyten und seine Winkel kennt, so wird man eben so die Grundlinie des dritten kennen. Mit einem Wort, durch diese Methode bestimmt man die Seiten aller Dreyecke.

Man zeichnet die beobachteten Dreyecke auf dem Papier, und findet keine Hindernis mehr, zwischen den zwey Punkten, wovon man die Entfernung messen will, eine gerade Linie zu ziehen.

Man darf also nur noch die Länge dieser Linie bestimmen, und dieses ist eben so leicht als die Seite eines Dreyecks zu messen. Dieß ist das Verfahren, einen Grund des Mittagskreises zu messen.

Wie man die Entfernung der Gestirne mißt, die eine Parallaxe haben.

Sie sehen, wie man durch diese Methode dazu gelangt, von der Entfernung, in der man von einem unzugänglichen Ort ist, zu urtheilen; und Sie fangen an, sich nicht mehr so sehr darüber zu verwundern, wann Sie sehen, daß die Astronomen

es wagen, den Himmel zu messen. Allein um Sie mit den Mitteln bekannt zu machen, deren man sich in solchem Fall bedient, muß ich Ihnen ein Wort erklären, wovon wir Gelegenheit haben werden Gebrauch zu machen: ich rede von dem Wort Parallare.

Wir mögen die Sterne beobachten, von was für einem Orte wir wollen, so scheinen sie uns immer in eben demselben Punkt des Himmels, wir sehen sie immer in eben derselben geraden Linie. Was wir oben gesagt, macht Ihnen begreiflich, daß dieses Phänomen eine Wirkung ihrer Entfernung von uns ist. Diese Entfernung muß überdieß sehr groß seyn; denn wenn wir einen Stern in verschiedenen Jahrszeiten beobachten, so sehen wir ihn immerfort in eben derselben Linie, obschon die Erde, indem sie ihre Laufbahn beschreibt, uns in sehr verschiedene Standpunkte bringt: diese Laufbahn nemlich, so unermeßlich sie uns immer scheint, ist nur ein Punkt in Vergleichung mit der Unermeßlichkeit des Himmels.

Wenn wir im Gegentheil ein der Erde nahes Gestirn beobachten, so setzen wir es an verschiedene Punkte des Himmels, je nachdem wir auf irgend einem Ort der Erde stehen. Wann wir (Fig. 51.) von dem Mittelpunkt C den Mond L beobachten,

so sehen wir ihn an dem wahren Ort, in dem er in Rücksicht auf die Erdkugel ist. Eben so würde es seyn, wenn wir uns auf die Oberfläche in den Punkt A versezten, weil wir ihn alsdann in eben derselben Linie sehen würden. Aber von jedem andern Ort, von B zum Exempel wird er uns an einem verschiedenen Ort erscheinen. Nun haben die Linien C L, B L die Richtung, daß sie einander in dem Mittelpunkte des Mondes begegnen, und daselbst einen Winkel formiren. Dieser Winkel ist es, den man die Parallaxe des Mondes nennt. Die Gestirne haben also eine größere oder kleinere Parallaxe, je nachdem sie näher bey der Erde oder weiter von derselben sind, und in einer gewissen Entfernung haben sie gar keine mehr.

Die Linien C L, L B und B C formiren ein Dreyeck, das man das parallaktische Dreyeck nennt. B C, der Halbmesser der Erde, ist die Grundlinie davon, und man darf nur noch die Winkel B und C messen, um den Abstand des Mondes in Erd-Halbmessern zu kennen. Auf diese Art mißt man die Entfernung aller Gestirne, die eine Parallaxe haben.

Diese Operationen sind simpel und schön; dennoch kann der Irrthum sich darein einschleichen. Der Beobachter kann sich betrügen; die Werkzeuge

können keine vollkommene Genauigkeit haben; und Sie werden sogleich sehen, daß man genöthiget ist, nach Hypothesen zu schliessen, die nicht völlig bewiesen sind. Ich könnte Ihnen über die Scharfsinnigkeit, womit man dergleichen Berechnungen anstellt, sehr viele Anmerkungen machen; allein diese Grundbegriffe sind zu unserm gegenwärtigen Endzweck hinreichend, und sie bereiten Sie, eines Tages grösere Kenntnisse zu erlangen. Sie sind noch nicht in einem Alter, wo Sie jede Wissenschaft, mit der Sie sich beschäftigen, aus dem Grund studiren können: Sie fangen erst an, und Ihr ganzer Ehrgeiz soll seyn, gut anzufangen.

Siebentes Kapitel.

Durch was für eine Reyhe von Beobachtungen und Vernunftschlüssen man sich von der Bewegung der Erde versichert hat.

Jeder Planet scheint seinen Einwohnern der Mittelpunkt aller himmlischen Bewegungen zu seyn.

Die Körper scheinen in Bewegung zu seyn, so oft sie aufhören, entweder unter einander oder in Absicht auf den Ort, von dem wir sie anschauen, einerley Lage zu behalten. In den Augen desjenigen, der in einem Schiffe dahin fährt, scheint alles was mit ihm

fortrückt, unbeweglich, ob es gleich in der Bewegung, und alles was ausserhalb, scheint in Bewegung, ob es gleich unbeweglich ist. Die Erde ist vielleicht dieses Schiff: wenn wir ihre Bewegung nicht fühlen, so kommt dieses daher, weil sie durch eine gleiche und einförmige Kraft fortgetrieben wird; und wenn wir die Bewegung der Gegenstände, die sie mit sich fortträgt, nicht wahrnehmen, so kommt dieses daher, weil sie unter einander und mit uns einerley Lage behalten. Wenn wir sie von einem andern Planeten sähen, so würden wir ihr alle Bewegung zuschreiben; und der Planet, von dem wir sie beobachten, würde uns unbeweglich scheinen. Versetzen Sie sich nach und nach in den Merkur, in die Venus, in den Mars u. s. w. so wird Ihnen jedes dieser Gestirne als ein Mittelpunkt vorkommen, um den sich der ganze Himmel dreht. Alle diese Erscheinungen beweisen also nichts.

Die verschiedenen Phasen des Mondes beweisen, daß er sich um die Erde bewegt.

Der Mond zeigt uns verschiedene Phasen nach einander. Wann er nun voll ist, so müssen wir uns gerad zwischen ihm und der Sonne befinden, oder die Sonne muß gerad zwischen ihm und uns seyn. Dieß sind die zwo einzigen Lagen, worin seine ganze Scheibe sich uns auf einmal zeigen kann.

Allein da die Parallaxe der Sonne so klein ist, daß man unnütze Versuche gemacht hat, sie zu bestimmen, so ist bewiesen, daß dieses Gestirn in einer größern Entfernung ist als der Mond. Ueberdieß darf man nur den Schatten beobachten, den sich die Erde und der Mond wechselsweise zurücksenden, wann sie sich verfinstern, um überzeugt zu seyn, daß die Sonne jenseits der Laufbahn ist, die der eine dieser Planeten um den andern beschreibt. Folglich wann wir Vollmond haben, so sind wir zwischen dem Mond und der Sonne.

Eine zweyte Folge aus diesem Grundsatz ist, daß wir nur darum Neumond haben, weil der Mond, indem er sich zwischen der Sonne und der Erde befindet, die dunkle Seite gegen uns kehret.

Endlich werden Sie hieraus schliessen, daß er einen größern oder kleinern Theil von seiner Scheibe zeigt, wann er die Bo en zu durchlaufen scheint, die zwischen dem Punkt, wo er voll ist, und dem, wo er neu ist, enthalten sind. Die verschiedenen Phasen des Mondes sind in der Fig. 32 vorgestellt.

Wie nun diese Verhältnisse von Lage beweisen, daß der Mond sich der Erde unter verschiedenen Phasen zeigen muß, so beweisen sie gleicherweise, daß die Erde sich dem Mond unter eben so viel

verschiedenen Phasen zeigen muß; und die Phänomenen werden eben dieselben seyn, man mag die Umlaufsbewegung in der Erde oder in dem Monde voraussetzen. Allein die oben festgesezten Grundsätze beweisen, daß eigentlich der Mond um die Erde geht; denn der gemeinschaftliche Schwerpunkt ist vierzigmal näher bey der Erde als bey dem Mond.

Wenn man über diesen leztern Vernunftschluß nachdenkt, so wird man erkennen, daß die bewiesenen Sätze mit den Beobachtungen identisch sind; denn wenn man sagt, daß der Mond oder die Erde sich umdreht, so ist dieses so viel als wenn man sagte, daß sie ihre gegenseitige Lage ändern: und wenn man sagt, daß sie ihre gegenseitige Lage ändern, so ist es so viel als wenn man sagte, daß sie einander verschiedene Phasen weisen.

Die verschiedenen Phasen der Venus beweisen, daß sie sich in einer kleinern Laufbahn, als die Erde, um die Sonne dreht.

Wenn man die Wirkungen betrachtet, die aus den Beziehungen der Lage entspringen müssen, so wird man erkennen, daß der Mond zu eben denselben Phänomenen Anlaß geben würde, wenn er sich um die Sonne in einer Laufbahn drehte, in der die Erde nicht enthalten wäre.

Dieß ist der Fall der Venus. Sie zeigt auf eine successive Weise eben die Phasen wie der Mond:

wenn sie neu ist, so sieht man sie bisweilen wie einen Flecken durch die Sonnenscheibe gehen: sie ist voll, wann die Sonne zwischen ihr und uns ist; und in den andern Lagen läsit sie nur einen Theil von ihrer Scheibe sehen. S. Fig. 53.

Die Beobachtung beweißt, daß die Laufbahn des Mars die Laufbahn der Erde enthält.

Wenn die Laufbahn eines Planeten die Erde und die Sonne zugleich enthielte, so würden die Phänomene nicht mehr eben dieselben seyn. Es ist offenbar, daß wenn man einen Planeten in den verschiedenen Lagen, worin er alsdann in Rücksicht auf uns seyn würde, betrachtet, es nur eine einzige giebt, worin er etwas von seiner Ründe verlieren würde: nemlich da wo er um 90 Grade von der Sonne entfernt seyn wird. S. Fig. 54. In jeder andern, würde seine Scheibe immer vollkommen rund, und nur kleiner oder größer scheinen, je nachdem er sich von uns entfernen oder sich uns nähern würde. Dieß ist der Fall des Mars. Die Evidenz der Erfahrung und die Evidenz der Vernunft stimmen also mit einander überein, und beweisen, daß er in einer Laufbahn, die die Laufbahn der Erde enthält, um die Sonne geht.

Sie beweißt eben das von der Laufbahn des Jupiters und von der des Saturns.

Eben diese Beobachtungen und eben diese Vernunftschlüsse lassen sich auf den Jupiter und

auf den Saturn anwenden. Allein während daß die Ungleichheiten des scheinbaren Durchmessers in dem Mars sehr merklich sind, sind sie es minder in dem Jupiter und noch minder in dem Saturn. Ein augenscheinlicher Beweis, daß Jupiter seinen Umlauf jenseits der Laufbahn des Mars, und Saturn den seinen jenseits der Laufbahn des Jupiters macht.

Gründe, die darthun, daß Merkur seinen Umlauf um die Sonne macht.

Merkur ist zu nahe bey der Sonne, um, wie die andern Planeten, beobachtet zu werden: allein ein Beweis, daß er seinen Umlauf macht, ist, weil man dieses annehmen muß, um in seinen Lauf eben die Regularität zu finden wie in dem Lauf der andern Planeten. Wenn die Evidenz der Erfahrung und die Evidenz der Vernunft uns bey dieser Gelegenheit fehlen, so muß man nicht glauben, daß der Umlauf des Merkurs um die Sonne eine willkührliche Voraussetzung sey: er ist hinlänglich angedeutet, und wenn er nicht augenscheinlich ist, so ist er nichts desto weniger ausser allem Zweifel: überdieß ist er durch die Gesetze der allgemeinen Schwere bewiesen.

Die obern und die untern Planeten machen ihre Umläufe in ungleichen Zeiten.

Unter den Planeten sind einige, die ihre Laufbahnen um die Erde und die Sonne beschrei-

ben: man uennt sie obere, weil sie wirklich höher sind als wir in Absicht auf dieses Gestirn, das eigentlich unten ist, indem es der Mittelpunkt ist, gegen den alles drückt. Die andern beschreiben Laufbahnen, jenseits derer wir uns befinden, und man nennt sie untere, weil sie näher bey der Sonne und also in der That niederer sind als wir.

Alle Planeten, wie wir angemerkt haben, machen ihre Umläufe in ungleichen Zeiten, und sie beschleunigen oder verzögern ihren Lauf, je nachdem sie in ihrem Aphelio oder in ihrem Perihelio sind.

Was die Phänomene für uns seyn würden, wenn wir uns in den Mittelpunkt dieser Umläufe sezten.

Wenn wir uns in den Mittelpunkt dieser Umläufe sezten, so würden wir alle diese Körper, jeden in seiner Laufbahn, regelmäßig fortrücken sehen, und wir würden keine andere Verschiedenheit bemerken, als daß ihre Bewegung langsamer oder schneller wäre.

Phänomene, die wir aus der Venus sehen würden.

Lassen Sie uns in die Venus gehen, wovon wir wissen, daß sie um die Sonne läuft, und sehen, was die Phänomene seyn würden.

Fig. 55.

Gesezt die Sonne sey in S. ABCD sey die Laufbahn des Merkurs, eines un-

tern Planeten in Rücksicht auf die Venus, und MON sey ein Theil der Sphäre der Fixsterne.

Diese zween Planeten, so wie alle andeen, rücken von Abend gegen Morgen fort: allein Merkur, der eine schnellere Bewegung hat, geht zu wiederholten malen durch eben dieselben Punkte, ehe Venus ihre Laufbahn vollendet hat.

Wann er sich von C durch D nach A bewegt, so muß es den Einwohnern der Venus vorkommen, als wenn er von M durch O nach N gienge, das ist, es muß ihnen vorkommen, als bewege er sich nach der Ordnung der Zeichen von Abend gegen Morgen, nnd seine Bewegung ist gerad.

Wann er von A nach F geht, so geht er gegen die Venus zu, in der Richtung einer geraden Linie. Es sollte also scheinen, er bleibe in einerley Punkte des Himmels still stehen. Allein weil Venus sich bewegt, so wird er sich mit der Sonne von Abend gegen Morgen zu bewegen scheinen. Seine Bewegung wird also wiederum gerad seyn.

Von f bis nach g geht Merkur mit einer schnellern Bewegung fort als Venus. Er wird also von N nach O, wider die Ordnung der Zeichen,

von

von Morgen gegen Abend sich zu bewegen, das ist, er wird rückwärts zu gehen scheinen.

Endlich wenn Merkur in F ist, in dem Augenblick da Venus in u ist, und die krumme Linie F f in eben der Zeit, da Venus die krumme Linie u V, durchläuft; so wird die Linie, die durch den Mittelpunkt der zween Planeten geht, mit einer parallelen Bewegung fortrücken: in diesem Fall wird Merkur seinen Ort in Rücksicht auf die Venus nicht zu ändern scheinen; man wird also glauben, er stehe still. Die Beobachtung wird wiederum eben dieselbe seyn, wenn Merkur von g nach G rückt, während daß Venus von V nach u geht. Eben diese Phänomene finden noch bey der Venus Statt in Ansehung eines höhern Planeten, zum Exempel des Mars.

Fig. 56. Tab. VI. Mars sey in M, und Venus in A; so wird Mars still zu stehen scheinen; während daß die geraden Linien, die Sie sich von einem Planeten zum andern denken können, parallel bleiben werden.

Wenn Venus von A nach C durch B geht, so wird Mars, indem er in dem Theil des Kreises, der jenseits der Sonne ist, fortrückt, nach der Ordnung der Zeichen sich zu bewegen scheinen,

theils durch kraft der ihm eigenen Bewegung, theils kraft der Bewegung der Venus. Seine Bewegung wird also gerad seyn.

Endlich wann Venus von C nach A durch D geht, so läßt sie den Mars hinter sich, weil sie sich schneller bewegt. Mars wird also wider die Ordnung der Zeichen fortrücken, und rückwärts zu gehen scheinen.

Diese Phänomene beweisen, daß die Erde sich um die Sonne bewegt.

Dieß sind die Phänomene, die man von der Venus aus sehen würde. Nun aber nehmen wir selbst diese Phänomene wahr. Unsere Erde macht folglich, wie alle Planeten, einen Umlauf um die Sonne: und alles beweißt, daß wir nicht der Mittelpunkt unsers Systems sind.

Achtes Kapitel.

Von den Untersuchungen, die man über die Figur der Erde gemacht hat.

Die Umdrehung giebt den Theilen der Erde eine mehr oder weniger starke, den Mittelpunkt fliehende Kraft.

Ein Körper kann sich nicht um einen Mittelpunkt bewegen, ohne daß er ein Bestreben bekomme, sich davon zu entfernen: dieses

Bestreben ist um so viel größer, je einen größern Kreis er in einer gegebenen Zeit beschreibt; und er hat in sich eine größere, den Mittelpunkt fliehende Kraft. Nun aber beschreiben alle Theile der Erde in einerley Zeit, nemlich in 24 Stunden, kleinere oder größere Kreise. Es ist also in der ganzen Oberfläche eine den Mittelpunkt fliehende Kraft; und diese Kraft ist ungleich, weil die beschriebenen Kreise ungleich sind. Der größte Kreis ist unter dem Aequator: alle andre nehmen unmerklich ab, so daß die, die mit den Polen zusammen laufen, wie zwey Punkte können angesehen werden. Die den Mittelpunkt fliehende Kraft ist also unter dem Aequator größer als an allen andern Orten, sie nimmt von da an ab, wie die Kreise, und verschwindet in den Polen.

Die Schwere ist daher unter dem Aequator nicht so groß als unter den andern Kreisen, und die Erde ist unter den Polen zusammengedrückt.

Aber diese den Mittelpunkt fliehende Kraft ist der Schwere zuwider. Die Schwere ist daher unter dem Aequator kleiner als unter den Polen; folglich erfodert das Gleichgewicht des Wassers, daß, während daß die Oberfläche des Meeres sich auf einer Seite von dem Mittelpunkt der Erde entfernt, sie sich demselben auf der andern Seite nähere. Die Colonnen sind folglich unter dem Aequator

länger, unter den Polen kürzer: woraus man die zusammengedrückte Figur der Erde schliessen kann.

Nichts war natürlicher als diese Art zu schliessen: dem ohngeachtet als Picard unter Ludwig XIV. einen Mittagskreis maß, hatte man noch nicht daran gedacht, die sphärische Figur der Erde in Zweifel zu ziehen: so weit war man im Jahr 1670 noch nicht gekommen.

Erfahrungen, die es bestätigen.

Nachdem einige Erfahrungen die Muthmassung erregt hatten, daß die Schwere unter dem Aequator kleiner sey als unter den Polen, so hat die Beobachtung des Penduls bey dem fünften Grad der Breite solches bestätiget. Als Richer auf der Insel Cayenne war, so fand er, daß seine Penduluhr ieden Tag um 2 Minuten, 28 Secunden zu spät gieng. Wenn nun aber der Zeiger während eines Umlaufes der Sterne weniger Secunden andeutet, so kommt dieses daher, weil das Pendul weniger Vibrationen macht; und wenn das Pendul weniger Vibrationen macht, so geschieht dieses, weil es weniger Schwere hat, und daher langsamer nach der Verticallinie fällt. Zwar könnte die Wärme, indem sie den Drat des Penduls verlängert, eben diese Wirkung hervorbringen: denn, wenn übrigens alles gleich angenommen wird, so macht ein längeres Pendul seine

Vibrationen langsamer. Allein die Beobachtungen beweisen, daß die Wärme der Insel Cayenne den Drat des Penduls nicht so weit verlängern kann, daß dadurch die Bewegung des Zeigers täglich um zwey Minuten, 28 Secunden verzögert werde.

Was für eine Figur man diesem zu folge der Erde giebt.

Er war also bewiesen, daß die Schwere unter dem Aequator minder groß ist. Alsdann schloß man, daß die Erde gegen die Pole zusammengedrückt sey, und diese Folgerung kam den größten Geometern, dem Huygens und dem Newton, evident vor. Allein wenn die Berechnungen sicher sind, so beruhen sie oft auf einem falschen Grund. Bey der Anwendung der Geometrie auf die Physik geschieht es sehr oft, daß man rechnet, ehe man sich der Voraussetzungen, worauf man sich stützet, versichert hat. Die Fragen sind so verwickelt, daß man nicht gewiß seyn kann, ob man alle erforderliche Bedingungen in die Theorie gebracht hat. Huygens und Newton werden uns sogleich ein Beyspiel davon geben.

Die Theorie dieser beyden Geometer kommt darin überein, daß sie der Erde die Figur eines elliptischen Sphäroides giebt, das gegen die Pole zusammengedrückt ist.

Reſultat der Theorie des Huygens hierüber.

Huygens nahm an, daß alle Körper gerad nach einerley Mittelpunkt ſtreben, und zwar alle mit einerley Grad von Kraft, in welcher Entfernung ſie auch ſeyn mögen. Hieraus ſchloß er, daß die den Mittelpunkt fliehende Kraft allein die Schwere vermindern könne; und er fand, daß die Axe der Erde ſich zum Durchmeſſer des Aequators verhält ohngefehr wie 577 zu 578.

Reſultat der Theorie des Newtons.

Newton gründete ſeine Schlüſſe auf eine andere Hypotheſe: er ſezte voraus, daß die Schwere die Wirkung der Attraction iſt, wodurch alle Theile Erde ſich wechſelsweiſe in umgekehrter Verhältnis des Quadrates der Entfernungen anziehen. Alsdann war es nicht mehr genug, mit dem Huygens zu beſtimmen, um wie viel die Erde durch die den Mittelpunkt fliehende Kraft zuſammengedrückt ſeyn müſſe; man mußte überdieß beſtimmen, um wie viel die durch dieſe Kraft zuſammengedrückte Erde, noch durch das Geſetz der Attraction zuſammengedrückt ſeyn müſſe; und er fand, daß die Axe ſich zum Durchmeſſer des Aequators verhält wie 229 zu 230.

Die Theorie des Huygens iſt fehlerhaft.

Die Hypotheſe des Huygens wird durch die Beobachtung des Pendels und die Ausmeſſung der Grade umgeſto-

sen, wodurch man die Erde weit zusammengedrückter findet, als seine Theorie sie angiebt. Allein der verdiente Ruhm des Newtonischen Systems war hinlänglich, sie zu verdrängen.

Die Theorie des Newtons ist es auch.

In der That war die Attraction eine Bedingung, die die Theorie nicht vergessen mußte; und Newton hat hierin einen Vortheil. Dennoch ist die Auflösung, die er gegeben hat, in gewissem Betracht unzulänglich und unvollkommen. Newton, sagt der Herr d'Alembert, nahm gleich Anfangs an, daß die Erde elliptisch sey, und nach dieser Hypothese bestimmte er, in wie weit sie zusammen gedrückt seyn müsse. Das heißt eigentlich annehmen was zu beweisen war. So geht es mit dem Kalcul, wenn man ihn auf die Auflösung der verwickelten Aufgaben der Natur anwendet.

Die Theorie kann nicht beweisen, daß die Erde eine regelmäßige Figur habe.

Stirling und Clairaut haben zu beweisen geglaubt, daß die Hypothese des Newton richtig, und die Erde ein elliptisches Sphäroid sey: allein auch ihre Schlüsse beruhen auf Hypothesen, die eines Beweises bedürfen: und der Herr d'Alembert versichert, daß, wenn er andere Hypothesen macht, er selbst in seinen Untersuchungen über das Weltgebäude beweißt; daß alle Theile des Sphäroi-

des im Gleichgewichte seyn könnten, wenn auch schon die Erde keine elliptische Figur hätte: er geht noch weiter; nemlich bey der Voraussetzung, daß die Mittagskreise einander unähnlich seyen, daß die Dichtigkeit nicht nur von einer Schichte zur andern, sondern auch in allen Punkten dieser Schichte verschieden sey, beweißt er, daß auch da das Gleichgewicht sich durch die Gesetze der Attraction erhalten, und folglich bey der Voraussetzung, daß die Erde eine ganz irreguläre Figur habe, Statt finden könnte. Es ist also der Theorie nicht einmal möglich, die Regularität der Figur der Erde zu beweisen. Die Gesetze der Hydrostatik, worauf sie beruht, würden sie nur alsdann beweisen, wenn die Erde ursprünglich flüssig gewesen wäre und die Form eines zusammengedrückten Sphäroides behalten hätte, eine Form die sie kraft der wechselseitigen Schwere ihrer Theile, und der Umdrehung ihrer Axe, würde angenommen haben. Allein, so fragt der Herr d'Alembert, ist es auch bewiesen, daß sie ursprünglich flüssig gewesen sey? und wenn sie es gewesen ist, und die Figur, die diese Hypothese erfodert, angenommen hat, ist es ganz gewiß, daß sie dieselbe behalten hat?

Die Theile eines flüssigen Sphäroides sollten mit einer gewissen Regularität angeordnet und seine Oberfläche sollte gleichartig seyn: nun aber be-

merken wir weder Gleichartigkeit auf der Oberfläche der Erde, noch Regularität in der Anordnung ihrer Theile. Alles im Gegentheil was wir im Innern und auf der Oberfläche unsers Erdballes kennen, scheint wie von ohngefehr hingeworfen zu seyn: und wie sollte man glauben, daß ihre ursprüngliche Figur keine Veränderung gelitten, wenn man die Zerrüttungen betrachtet, wovon augenscheinliche Spuren übrig sind?

Die Theorie beruht also auf Voraussetzungen, die man unmöglich beweisen kann, und man nur darum für gewiß annimmt, weil man nicht einsieht, warum sie falsch seyn sollten.

Falsche Schlüsse, die man macht, um die Theorie zu vertheidigen.

Man hat diese Theorie durch Beobachtungen und durch Ausmessung von Graden an verschiedenen Orten bestätigen wollen: allein die Schlüsse sind bisweilen falsch, die Ausmessungen nicht genug übereinstimmend gewesen, und die Schwierigkeiten sind immer größer geworden.

Die Erde, sagte man, hat eine regelmäßige Figur, und ihre Mittagskreise sind ähnlich, wenn der Aequator ein vollkommner Kreis ist: nun beweißt die kreisförmige Figur des Schattens der Erde bey den Mondesfinsterniſſen die kreisförmige Figur des Aequators.

Das Besondere hier ist, daß die, welche diesen Schluß machen, überzeugt sind, daß die Mittagskreise keine eigentliche Kreise sind. Allein wie können sie behaupten, daß der Schatten der Erde ein Beweis von der kreisförmigen Figur des Aequators und daß er doch kein Beweis von der kreisförmigen Figur der Mittagskreise sey?

Wenn man von einerley Breiten ausgeht, (sagt man ferner,) und gleiche Weiten durchläuft, so wird man einerley Polhöhen beobachten. Folglich sind die Mittagskreise ähnlich, und die Erde hat eine regelmäßige Figur.

Diejenigen, die also reden, setzen schweigend voraus, daß die Ausmessungen auf der Erde und die Beobachtungen am Himmel der äussersten Genauigkeit fähig sind. Denn würden sie unrichtig genug denken, um zu sagen: diese Ausmessungen und diese Beobachtungen sind nothwendig dem Irrthum unterworfen; folglich müssen wir vermittelst ihrer von der Krümme der Mittagskreise urtheilen? Dennoch gestehe ich, daß sie guten Grund haben würden, wenn, nachdem sie unter einerley Breite eine große Anzahl von Mittagskreisen gemessen hätten, die Resultate immer ohngefehr eben dieselben gewesen wären. Diese Uebereinstimmung würde ein Beweis von der Genauigkeit der Beobachter seyn. Allein unter sechs Graden, die man gemessen hat, sind nur

zween, die einerley Breite haben; der in Frankreich, und der in Italien; und man hat gefunden, daß sie um mehr als 70 Toisen verschieden sind.

Man sagt weiter; die Regeln der Schiffahrt leiten ein Schiff desto sicherer, je besser sie beobachtet werden. Nun aber nimmt man bey diesen Regeln an, daß die Erde eine regelmäßige Figur habe folglich, u. s. w.

Ich antworte, daß diese Regeln noch weniger Präcision haben, als diese Ausmessungen und diese Beobachtungen, wovon wir so eben geredet haben, und daß sie folglich noch fehlerhafter sind. Kennt man dann die Unvollkommenheit der Methoden nicht, wodurch man den Weg, den ein Schiff gemacht hat, mißt, und von dem Ort, wo es ist, urtheilt; und sind die Seemuthmassungen nicht sehr vielen Irrthümern unterworfen? Die Schiffahrts-Methoden sind so unvollkommen, daß, wenn man auch die Figur der Erde vollkommen kennte, der Pilot keinen Vortheil daraus ziehen würde.

Diese Theorie beruht auf Voraussetzungen die man nicht beweißt.

Die Theorie von der Figur der Erde beruht auf drey Sätzen, die noch nicht streng bewiesen worden sind: nemlich daß die Ebne des Mittagskreises, die durch die Linie des Zeniths geht, durch die Erdaxe geht;

daß die Verticallinie durch eben diese Axe geht, und daß sie auf dem Horizont senkrecht steht. Es ist lang angestanden, bis man diese Voraussetzungen in Zweifel zog. Zwar sind sie nicht so willkührlich wie andere, wovon ich mit Ihnen geredet habe: mehrere Phänomene deuten sie an; denn die einförmige Umdrehung der Erde um ihre Axe, das Vorrücken der Nachtgleichen und das Gleichgewicht des Wassers, das den größten Theil der Oberfläche bedeckt, scheinen mit diesen Voraussetzungen vollkommen überein zu stimmen. Sie haben gesehen, daß die Verhältnis zwischen der Dauer der Tage und der Nächte von einem Klima zum andern, das ist, unter verschiedenen Breiten, verschieden ist. Nun hat man, bey der Voraussetzung, daß die Erde eine regelmäßige Figur hat, diese Verschiedenheiten berechnet, und die Rechnung ist durch die Beobachtungen bestätiget worden.

Ausmessungen: die zu beweisen scheinen, daß die Grade unter einerley Breite nicht ähnlich sind.

Man hat in Italien einen Grad des Mittagskreises unter eben der Breite gemessen wie der, den man in Frankreich gemessen hat; die Resultate sind nicht ähnlich gefunden worden. Dieß ist die stärkste Schwierigkeit wider die Regularität der Figur der Erde: dennoch ist dieser Unterschied so klein, daß er den Beobachtungen kann zugeschrieben werden. Um diese Frage in ein

rechtes Licht zu setzen, müßte man, wie der Herr d'Alembert sagt, unter einerley Breite und in einer beträchtlichen Entfernung eine große Anzahl Mittagskreise uessen, und an jedem Ort das Pendul beobachten.

Wenn auch die Mittagskreise ähnlich wären, so ist es nicht bewiesen, daß sie Ellipsen seyn.

Allein wenn man auch annähme, daß die Mittagskreise ähnlich sind, so wäre noch zu beweisen, daß sie Ellipsen seyn. Man hat keinen Anstand genommen, es zu bejahen, weil diese Figur vollkommen mit den Gesetzen der Hydrostatik übereinkommt: allein der Herr d'Alembert glaubt bewiesen zu haben, daß jede andere Figur eben mit diesen Gesetzen übereinkommt, insonderheit wenn man die Erde nicht gleichartig annimmt. Lassen Sie uns nun zu den Ausmessungen schreiten, die man angestellt hat.

Man hat mehrere Grade des Mittagskreises gemessen, um die zusammengedrückte Figur der Erde zu bestimmen.

Um Ihnen von dem Grund und den Folgen dieser Operation einen Begrif zu geben, muß ich Ihnen ins Gedächtnis rufen, daß, wenn man die Sterne sinken oder steigen sieht, so wie wan auf dem Mittagskreis fortrückt, solches blos daher kommt, weil man auf einer krummen Oberfläche geht; daß folglich die Erde sphärisch ist, wenn man nach zurück-

gelegten gleichen Wegeslängen die Sterne um eine gleiche Quantität steigen oder sinken sieht; und daß sie es hingegen nicht ist, wenn man, um eben dieselbe Quantität in der Erhöhung zu finden, auf dem Mittagskreise ungleich Wege zurücklegen muß. Es ist klar, daß sie krümmer seyn wird, da wo man weniger Weg zu machen hat, bis man die Sterne um einen Grad steigen sieht, und zusammengedrückter, da wo man mehr Weg zu machen hat, bis man gleicher Weise die Sterne um einen Grad steigen sieht. Folglich bestimmen die Ausmessungen die zusammengedrückte Figur der Erde, wenn sie bestimmen, in welch einer Verhältnis die Grade der Erde zunehmen.

Allein man hat der Erde immer eine reguläre Figur gegeben.

Um diese Operationen zu erleichtern, macht man folgenden Vernunftschluß. Die Erde hat gewiß eine reguläre Figur; folglich, wenn sie sphärisch ist, so sind alle ihre Grade gleich; und wenn sie nicht sphärisch ist, so werden ihre Grade in einer gewissen Verhältnis ab- oder zunehmen: wenn man also unter bekannten Breiten den Wehrt zweyer Grade bestimmt, so wird man den Wehrt der andern entdecken, und die Verhältnis der Erdaxe zum Durchmesser des Aequators kennen.

Man sieht, daß die Frage alsdann nicht war zu wissen, ob die Figur der Erde regulär ist: man sezte es als eine ungezweifelte Sache voraus, ob es wohl nicht hinlänglich bewiesen war. Es kam bloß darauf an, zu wissen, ob die Erde gegen die Pole zusammengedrückt ist, und um wie viel sie es seyn muß.

Grade, die in Frankreich gemessen worden.

Die ersten Ausmessungen waren die von den beyden Cassini: sie wurden, sagt der Herr von Maupertuis, zu verschiedenen Zeiten, an verschiedenen Orten, und durch verschiedene Methoden wiederholt; die Regierung verschwendete allen Aufwand und alle ersinnliche Protection, und bey allen Operationen, die in den Jahren 1701, 1713, 1718, 1733; 1736 angestellt worden waren, fand sichs, daß die Erde gegen die Pole eine länglichte Figur hatte,

Man urtheilte mit Grund, daß diese Ausmessungen die Theorie nicht auf eine evidente Art umstossen. Die Irrthümer, die in den Beobachtungen, wenn sie auch mit dem größten Fleiß angestellt werden, unvermeidlich sind, gestatten nicht, mit Genauigkeit Grade zu bestimmen, die so wenig von einander entfernt sind, wie die, die die Herrn Cassini gemessen hatten. Man sann also darauf,

entferntere Grade zu messen, und sandte einige Glieder von der Pariser Akademie nach Peru und nach Lappland.

In Peru und in Lappland.

Bey ihrer Rükkunft kam es nur noch darauf an zu wissen, was für Verhältnisse die in Norden, in Peru und in Frankreich angestellten Ausmessungen unter einander hätten. Allein die Sache war um so viel schwerer, da der Grad in Frankreich, ob er wohl mehr gemessen worden war, oder weil er mehr gemessen worden war, gerad derjenige ist, wegen dessen man am wenigsten überein kommt.

Auf dem Vorgebürge der guten Hofnung.

Als im Jahr 1752 der Herr Abbe de la Caille sich auf dem Vorgebürge der guten Hofnung befand, maß er einen Grad in der Entfernung von 33 Graden, 18 Minuten jenseits des Aequators.

In Italien.

Fügen Sie diesem noch den in Italien gemessenen Grad bey, so werden Sie Grade haben, die an fünf verschiedenen Orten gemessen worden sind; nemlich in Frankreich, in Norden, in Peru, auf dem Vorgebürge der guten Hofnung und in Italien.

Nach

Die Zweifel sind noch nicht ganz gehoben.

Nach allen diesen Unternehmungen ist die Bestimmung der Figur der Erde noch schwerer geworden; weil die an verschiedenen Orten angestellten Ausmessungen nicht darin überein kommen, daß sie der Erde eben dieselbe Figur geben. Die Beobachtungen des Pendels sind so gar der Theorie des Newtons zuwider; denn ihnen zu Folge ist die Erde zusammengedrückter als dieser Philosoph sie annimmt.

Was ist denn nun diese so erhabne Theorie; diese so gut bewiesenen Rechnungen? Was folgtaus den Bestrebungen der größten Mathematiker? sichere Vernunftschlüsse, die auf ungewissen Voraussetzungen beruhen. Die Ausmessungen kommen hier zu Hülfe; allein mit ihnen kommen auch unvermeidliche Irrthümer; und je mehr man mißt, desto weniger scheint es, stimmt man mit sich überein. Wenn man die Mittel, die Bewegung der Erde darzuthun, mit den Mitteln, ihre Figur zu bestimmen vergleicht, so wird man auf der einen Seite eine vollständige Evidenz, eine Evidenz, die nichts vorausſezt, finden; auf der andern eine Evidenz, die hinter sich eine Wolke läßt, wo man vorausſezt, was man will, weil das Licht niemals hineindringt. Das Publicum, das für das Genie der Erfinder mit Recht eingenommen ist, glaubt leichtlich, daß alles bewiesen ist, weil es nicht weiß,

warum nicht alles bewiesen seyn sollte. Der Philosoph, dem Blinde Beyfall zurufen, wird selbst blind: bald ist das Vorurtheil allgemein; und man hat Mühe Beobachter zu finden, in die man ein völliges Zutrauen setzen kann.

Neuntes Kapitel.

Vornehmste Phänomene, die durch die Bewegung der Erde erklärt werden.

Warum wir den Himmel wie ein eingedrücktes Gewölb sehen.

Sie wissen bereits die Erklärung mehrerer Phänomene; allein ich halte es für schicklich, Ihnen einige auf einmal vor Augen zu legen, damit Sie den Zusammenhang des ganzen Systems desto besser einsehen mögen.

Der unermeßliche Raum des Himmels ist an sich selbst ohne Licht und ohne Farbe, und er würde schwarz scheinen, wenn die Erde allein erleuchtet wäre: allein die Strahlen der himmlischen Körper, wann sie auf die Luft fallen, die uns umgiebt, werden gebrochen, zurückgeworfen, und, indem sie sich nach allerhand Richtungen verbreiten, erleuchten sie die Atmosphäre. Ohne diese verschiedenen Brechungen, die die Strahlen zer-

streuen und sie von allen Seiten in unsere Augen bringen, würden wir die Gestirne nicht anders als wie leuchtende, in einem schwarzen Raum liegende Körper sehen. Diese solcher gestalten verbreitete Strahlen färben daher den Raum; und der Himmel nimmt jene blaue Farbe an, die wir wahrnehmen.

Nach der Fertigkeit, die wir angenommen haben, die Farben auf die Gegenstände hinzutragen, schaft, so zu reden, unser Auge ein Gewölb, worauf es diese blaue Farbe ausbreitet: denn da unser Auge immer nach der Richtung einer geraden Linie sieht, so zieht es von dem Orte wo wir sind als aus einem Mittelpunkt, nach allen Seiten Linien, und sezt an das Ende einer jeden einen gefärbten Punkt.

Wir setzen allen diesen Linien natürlicher Weise ein Ziel, weil wir die Gegenstände niemals anders als in einer bestimmten Entfernung sehen können. Wenn wir ihnen in unserer Einbildungskraft eine etwas größere Länge beylegen, im Fall da wir nach der horizontalen Richtung schauen, so werden wir durch den Raum, den wir auf unserer Halbkugel wahrnehmen, und durch die in verschiedenen Entfernungen gelegene Gegenstände dazu genöthiget. Hingegen stellen wir sie uns etwas kür-

zer vor, wann wir unser Gesicht gegen das Zenith erheben; weil in diesem Zwischenraum keine Gegenstände sind, die den Raum messen, und uns daher nöthigen, den Linien mehr Länge beyzulegen. Dieß ist der Grund, warum wir uns den Himmel als ein eingedrücktes Gewölb vorstellen, an das wir alle Gestirne hinheften, so wohl die, die weiter von uns, als die, die näher bey uns sind. Dieses Gewölb ist also ein eingebildetes Wesen.

Warum dieses Gewölb in 24 Stunden sich umzudrehen scheint.

Da die Erde in 24 Stunden sich um ihre Axe dreht, so scheint dieses Gewölb alle Tage sich um die Erde zu drehen, und alle Gestirne mit sich fortzuführen. Auf solche Art beschreiben alle Fixsterne parallele, aber ungleiche Kreise: so daß die einen sich in so kleinen Kreisen bewegen, daß sie unbeweglich scheinen; während daß die andern in größern Kreisen mit einer Geschwindigkeit fortgeführt werden, die wie diese Kreise zunimmt.

Warum die Sonne sich in der Ekliptik zu bewegen scheint.

Fig. 57.

Wenn die Erde keine andere als diese Bewegung hätte, so würden wir die Sonne immer an eben denselben Punkt des Himmels setzen: allein darum weil sie in ihrer Laufbahn a b c d fortrückt, müssen wir die Sonne S auf eine successive Weise verschiedenen Zeichen gegen über ste-

hen sehen. Wann sie von ihrem Aphelio a nach b geht, so muß die Sonne von A nach B u. s. w. zu gehen scheinen, so daß die Erde immer in dem Zeichen ist, das dem, worin die Sonne zu seyn scheint, gegenüber steht.

Warum sie von einem Wendekreis zum andern zu gehen scheint.

Wenn die Ebne der Ekliptik mit der Ebne des Aequators einerley wäre, so würde die Sonne alle Tage einerley Kreis zu beschreiben scheinen; es würde auf der ganzen Erde weiter nicht als eine einzige Jahrszeit seyn; und die Pole würde keine Nacht haben.

Allein weil die Laufbahn der Erde mit dem Aequator einen Winkel von 23 Graden und einem halben macht, so folgt hieraus, daß die Sonne alle Tage verschiedene Parallelkreise zu beschreiben, und wechselsweise von einem Wendekreis zum andern zu gehen scheint.

Was uns verschiedene Jahrszeiten, und mehr oder weniger lange Tage giebt.

Durch diese Bewegung der Erde ändert sich die Neigung der Sonne, ihre Strahlen fallen bald mehr, bald minder schief auf jede Halbkugel, und die Wärme ist verschieden je nachdem die Klimata in Absicht auf die Sonne gelegen sind. Hieraus folgt ferner das Phänomen der längern oder

kürzern Tage für alle Oerter, die nicht unter dem Aequator liegen.

Die Laufbahnen der Planeten schneiden die Ebne der Ekliptik.

Die Bewegung der Erde mit der Bewegung der Planeten combinirt bringt noch andere Erscheinungen hervor; indem nemlich die Planeten sich um die Sonne bewegen, müssen sie sich um die Erde zu bewegen scheinen.

Wenn die Ebne ihrer Laufbahn sich mit der Ebne der Laufbahn der Erde vermengte, so würden sie allezeit dem Laufe der Sonne folgen, und niemals von der Ekliptik abweichen. Dieses aber ist nicht so: im Gegentheil machen ihre Laufbahnen mit der Laufbahn der Erde größere oder kleinere Winkel; und sie scheinen Kreise zu beschreiben, die die Ekliptik schneiden. Dieß ist der Grund, warum man die jährlichen Bewegungen der Planeten auf die Ebne dieses Kreises bezieht, wie man ihre tägliche Bewegungen auf die Ebne des Aequators bezieht. So sind alle Kreise der Sphäre entstanden.

Die Planeten in ihren Knoten und ausserhalb ihrer Knoten.

Man nennt Knoten die Punkte, wo die Laufbahnen der Planeten die Ekliptik schneiden. Wann ein Planet sich in seinen Knoten befindet, so ist er in der Linie, die durch den Mittelpunkt der Sonne und der Erde geht. Nun sind die Planeten entweder unten oder oben.

Wann die untern Planeten in ihren Knoten sind, so sind sie entweder dissеits oder jenseits der Sonne; diesseits scheinen sie wie ein Flecken, der über dieses Gestirn hingeht; jenseits, können sie nicht wahrgenommen werden, weil die Sonne gerad zwischen ihnen und uns ist.

Wenn sie ausserhalb ihrer Knoten sind, das ist, wenn ihre Breite einige Grade beträgt, so weisen sie ihre ganze Scheibe, in dem Fall da sie sich jenseits der Sonne befinden; diesseits verschwinden sie ganz, weil die Halbkugel, die sie gegen die Erde kehren, im Dunkeln ist. Endlich zeigen sie uns in den zwey andern Theilen ihrer Laufbahn einen grössern oder kleinern Theil der Halbkugel, die das Licht zurückwirft: sie nehmen wechselsweise ab und zu.

Was die obern Planeten beteift, so verschwinden sie nur, wann sie in ihren Knoten sind, und die Sonne gerad zwischen ihnen und uns ist. In jeder andern Lage erscheint ihre Scheibe ganz. Nur die Scheibe des Mars leidet bey dem 90sten Grad, das ist, wann der Planet zwischen den Conjunctions- und Oppositions-Punkten ist, einige Veränderung. Die Entfernung hindert uns, eben dieses Phänomen bey dem Jupiter und dem Saturn zu beobachten.

Die obern Planeten ſind entweder in der Conjunction oder in der Oppoſition: in der Conjunction, wann ſie auf eben der Seite, wo die Sonne, ſind: in der Oppoſition, wann ſie auf der entgegengeſezten Seite, das iſt, um 180 Grade entfernt ſind. Die untern Planeten ſind auf zweyerley Art in der Conjunction, und niemals in der Oppoſition.

Die untern Planeten ſcheinen immer die Sonne zu begleiten.

Da die untern Planeten niemals in der Oppoſition ſind, ſo begleiten ſie immer die Sonne. Fig. 58. Sie ſcheinen ſich blos derſelben zu nähern oder davon zu entfernen. Wenn Sie von der Erde A an die Laufbahn der Venus die Tangenten A B und A C ziehen, ſo iſt klar, daß dieſer Planet niemals in einer größern Entfernung von der Sonne als B V oder V C ſeyn wird. Dieß iſt der Grund, warum die untern Planeten immer die Sonne begleiten. Der Abſtand, in dem ſie von dieſem Geſtirn zu ſeyn ſcheinen, heißt ihre Elongation.

Die Trabanten haben auch ihr Phänomene: ich will nur von dem Monde reden; denn meine Abſicht iſt nicht, mit Ihnen einen aſtronomiſchen Curſus durchzumachen.

Warum man zween Monate unterſcheidet.

Der Mond und die Erde, indem ſie um einen gemeinſchaft-

lichen Mittelpunkt, der eine Laufbahn um die Sonne beschreibt, geführt werden, befinden sich, eines in Absicht auf das andere, wechselsweise in der Conjunction und in der Opposition.

Dem ohngeachtet ereignet sich dieses Phänomen nicht bey jedem Umlauf, den die Planeten um ihren Schwerpunkt machen. In dem Augenblick, da der Mond seinen Umlauf vollendet, kann er sich nicht wieder in der Conjunction befinden, weil während daß er ihn machte, seine Laufbahn von der Erde, die ebenmäßig in der ihrigen fortrückte, fortgeführt wurde. Wann sein Umlauf vollendet ist, so muß er einen andern wieder anfangen, und einen Theil dieses neuen Umlaufs machen, ehe er sich wieder in der Conjunction befindet, folglich braucht er mehr Zeit, um wieder in die Conjunction zu kommen, als seine Laufbahn zu vollenden. Dieß ist der Grund, warum man zween Monate unterschieden hat, einen periodischen, das ist, die Zeit, die der Mond gebraucht, seine Laufbahn zu vollenden, er enthält 27 Tage, 7 Stunden; und einen synodischen, das ist die Zeit, die von einer Conjunction zur andern verfließt, er enthält 29 Tage und einen halben.

Verschiedene Lagen des Mondes.

Der Mond ist unsichtbar, wann er in der Conjunction ist,

und man nennt ihn den Neumond; er zeigt sich uns ganz, wann er in der Opposition ist, und man nennt ihn den Vollmond; in den andern Theilen seiner Laufbahn nimmt er ab oder zu: dieß ist die Zeit seiner Quadraturen oder Viertel.

Sonnen- und Mondfinsternisse.

Wann der Mond in seinen Knoten ist, so giebt es eine Sonnenfinsternis, so oft er in der Conjunction ist; und eine Mondfinsternis, so oft er in der Opposition ist: denn in dem einen nnd andern Fall werden die Sonnenstrahlen aufgefangen.

Wenn der Mond wenig Breite hat, so wird er nicht weit von seinen Knoten seyn: in diesem Fall wird die Sonnenfinsternis größer oder kleiner seyn.

Es giebt also nur alsdann eine Sonnenfinsternis, wann der Mond sich in dem Kreise befindet, den die Sonne in einem Jahr zu beschreiben scheint, oder wann er nicht weit davon entfernt ist. Dieß ist der Grund, warum man diesem Kreis den Namen **Ekliptik** gegeben hat.

Fig. 59. Es sey RR die Ebne der Ekliptik, in der sich immer der Mittelpunkt des Schattens der Erde befindet; OO der Weg des Mondes, N der Knoten.

Wenn der Schatten der Erde in A ist, so fällt er neben den Mond, den ich in F setze, und es giebt keine Mondfinsternis.

Wann der Mond in G ist, so wird er zum Theil durch den Schatten der Erde, der in B fällt, verfinstert: dieß ist der Fall einer Partialfinsternis; in H trit er in den Schatten, in L trit er heraus, in J ist er ganz darin: alsdann giebt es eine Total-Mondfinsternis. Endlich ist die Finsternis in N central, weil der Mittelpunkt des Monds sich im Mittelpunkt des Schattens befindet. Der Schatten der Erde, so wie der des Mondes, ist kegelförmig; weil der Durchmesser der Sonne größer ist als der Durchmesser dieser Planeten. Daher bemerkt man auch, daß der Durchmesser des Schattens der Erde auf dem Mond ohngefehr um ein Viertel kleiner ist als der Durchmesser der Erde.

Gleichwie die Erde die Strahlen auffängt, die auf den Mond fallen würden, so fangt auch der Mond die Strahlen auf, die auf die Erde fallen würden. Dieß ist es was die Sonnenfinsternissen hervorbringt, die eigentlich Erdfinsternisse sind.

Diese Finsternisse sind nicht nur wechselsweise partial, total und central; sie sind überdieß einförmig (annulares:) dieß geschieht, wann der Mond

in seinem Apogeo ist. Da alsdann sein Schatten nicht bis zur Erde kommt, so verbirgt er nur den Mittelpunkt der Sonne, und die Strahlen, di bis zu uns kommen, machen rund herum einen[e] leuchtenden Ring.

Fig. 60. Man unterscheidet in den Sonnen- und Mondfinsternissen einen Schatten und einen Halbschatten. Die Linien A p und B p, von den beyden Enden des Sonnen-Durchmessers A B gezogen, seyen Tangenten an den Mond. Ferner sey M N ein Theil der Erdbahn. Es ist klar, daß, wann die Erde in M ist, wir die Sonnenscheibe ganz sehen müssen; daß wir sie aus dem Gesicht verlieren müssen, so wie die Erde von M nach p geht; und daß sie in p p gänzlich verschwinden muß, um aufs neu zu erscheinen, so wie die Erde von p nach N fortrückt. Da nun p p der Ort des Schattens ist, so sind die Zwischenräume p M und p N der Ort des Halbschattens.

Sie werden hieraus schliessen, daß die Sonnenfinsternis nach den Oertern, wo man sie beobachtet, verschieden ist. Sie ist für die, die in dem Schatten sind, nicht eben das was sie für die ist, die in dem Halbschatten sind. Sie ist partial für die einen, während daß sie total oder central für die andern ist. Was die Mondfinsternis anbelangt,

so ist sie für alle Oerter, wo sie wahrgenommen wird, einerley.

Da man durch die Beobachtung die Laufbahnen der Planeten und ihre Umlaufszeiten kennen gelernt, so begreifen Sie, wie man die Sonnen- und Mondfinsternisse vorhersagen kann: man darf weiter nichts thun als rechnen.

Die Sonnen- und Mondfinsternisse dienen dazu, die Länge zu messen.

Die Sonnen- und Mondfinsternisse kommen den Geographen zu statten, um die Längen der Oerter zu messen.

Da die Erde sich um ihre Axe dreht, so gehen alle Theile ihrer Oberfläche, einer nach dem andern, unter dem Mittagskreis durch; und es ist Mittag auf allen Punkten der Linie oder des Halbkreises, der gerad von einem Pol zum andern geht, und unter dem Mittagskreise liegt oder sich in einerley Ebne mit ihm befindet.

Lassen Sie uns dergleichen Linien auf der ganzen Oberfläche des Erdballes denken; sie werden, eine nach der andern, unter den Mittagskreis kommen. Wann es in dem Punkt einer Linie Mittag seyn wird, so wird es in allen übrigen Punkten Mittag seyn; allein es wird niemals auf zwo Li-

nien zugleich Mittag seyn. Wenn wir Mittag haben, so werden die, die eine Stunde darauf in der Ebne des Mittagskreises vorübergehen, nur eilf Uhr zählen; und wenn sie Mittag haben, so wird es bey uns ein Uhr seyn; u. s. w.

Jede dieser Mittagslinien kommt nach Verfluß von vier und zwanzig Stunden in die Ebne des Mittagskreises zurück. Da sie nun in vier und zwanzig Stunden 360 Grade durchläuft, so durchläuft sie in einer Stunde den 24sten Theil von 360, das ist, 15 Grade. Wann es also zu Parma Mittag ist, so ist es beym 15ten Grade gegen Abend eilf Uhr, und beym 15ten Grade gegen Morgen ein Uhr. Wie ich also urtheilen muß, daß alle Oerter, die zu gleicher Zeit, wie wir Mittag haben, auf eben derselben Mittagslinie liegen, so muß ich urtheilen, daß die, die alsdann eilf Uhr haben, um 15 Grade gegen Abend, und die, die ein Uhr haben, um 15 Grade gegen Morgen liegen. Folglich, um die verschiedene Länge zweyer Oerter zu wissen, darf ich nur den Unterschied der Stunden entdecken, die man in eben dem Augenblick daselbst zählet.

Nun kennt man diesen Unterschied durch die Mondfinsterniße. In der That, wenn zween, an verschiedenen Orten stehende, Beobachter den Augenblick der Mondfinsternis bestimmen, so wird

man den Unterschied der Länge kennen, wenn der Unterschied zwischen den zween Augenblicken in Grade, 15 Grade auf eine Stunde gerechnet, verwandelt wird. Man bestimmt ferner die Längen, wenn man die Verfinsterungen der Trabanten des Jupiters beobachtet: die Methode ist einerley, und das Resultat ist richtiger. Wir werden Gelegenheit haben, davon zu reden.

Wie eben derselbe Tag für drey verschiedene Tage gehalten werden kann.

Sie werden es vielleicht nicht glauben, daß eben derselbe Tag mit Grund für den Samstag, den Sonntag und den Montag könne gehalten werden: dennoch ist dieß eine Sache, die sich leicht erklären läßt.

Gesezt, ein Mensch unternehme die Reise um die Welt gegen Osten. Wann er beym 15ten Grad angelangt seyn wird, so wird er eine Stunde zählen, zur Zeit da wir zwölf Uhr haben werden; bey dem 30sten Grade zwo Stunden; bey dem 45sten Grade, 3; bey dem 60sten, 4 u. s. w. Da er auf solche Art von 15 zu 15 Graden eine Stunde weiter zählt, so wird er 24 Stunden oder einen Tag weiter zählen, wann er nach Parma zurückkommen wird, weil er 24 mal 15 oder 360 Grade wird durchlaufen haben.

Aus eben dem Grund wird der, der gegen Westen reiset, von 15 zu 15 Graden eine Stunde weniger zählen; das ist, in dem Augenblick, da wir zwölf Uhr haben werden, wird er Anfangs eilf, hernach zehen, alsdann neun Uhr u. s. w. haben. Wann er also in Parma angelangt seyn wird, so wird er einen Tag weniger zählen. Folglich wenn er urtheilt, daß es Samstag ist, so werden wir urtheilen, daß es Sonntag ist, und der, der gegen Osten gereiset ist, wird Montag haben.

Zehntes Kapitel.

Allgemeiner Begrif von dem Weltgebäude.

Körper, die ausser unserm Planetensystem sind.

Der Himmel ist mit lichten Körpern besäet, die unserer Sonne ähnlich sind, und um welche wahrscheinlicher Weise Planeten in verschiedenen Laufbahnen herumgeführt werden. Das Weltgebäude ist ein unermeßlicher Raum, wo es keine Wüste giebt.

Unsere Einbildungskraft hat eben so viel Mühe, ihm Gränzen zu setzen als es gränzenlos zu denken.

Alle Sterne sind in einer so großen Entfernung, daß wann man sie durch das beste Fernrohr betrachtet, sie kleiner scheinen als wann man sie mit dem bloßem Auge beschaut. Folglich ist es nicht so wohl ihre Größe, die sie sichtbar macht, als vielmehr das lebhafte Licht, das sie in unsere Augen senden.

Unter den Sternen giebt es einige, die auf eine regelmäßige Art erscheinen und verschwinden; aber mit verschiedenen Graden von Klarheit. Bisweilen hat man auf einmal neue gesehen, die nachdem sie nach und nach ihr Licht verlohren haben, einige Zeit darauf verschwunden sind, und sich nicht mehr gezeigt haben.

Um die Sterne zu unterscheiden, ordnet man sie in gewisse Classen, die man **Constellationen** nennt. Es sind zwölf Constellationen im Thierkreis, und sie theilen die Ekliptik in zwölf gleiche Theile.

Der Himmel wird durch den Thierkreis in zween gleiche Theile getheilt. Ein Theil ist nördlich, der andere mittäglich: in beyden unterscheidet man wiederum mehrere Constellationen.

Man bemerkt ferner mit bloßem Auge die Milchstrasse, die, wann man sie mit dem Fernrohr betrachtet, bloß aus einer ungeheuren Anzahl Sterne zu bestehen scheint.

Endlich entdeckt man mit dem Fernrohr andere Flecken, die zu entfernt sind, als daß man die Sterne, die sie hervorbringen, unterscheiden sollte. Dieß sind ohngefehr alle Kenntnisse, die wir von den Körpern haben, welche ausser unserm Planetensystem sind.

Anzahl der Planeten.

Siebzehn Körper machen unser Planetensystem aus. Die Sonne, die in ihrer Mitte ruht oder wenigstens nur eine kleine Bewegung hat, ist allein ein leuchtender Körper. Alle andere sind dunkel, und leuchten nur mit einem entlehnten Licht. Man heißt sie Planeten.

Man unterscheidet sechs Planeten von dem ersten Rang, Merkur, Venus, die Erde, Mars, Jupiter und Saturn; und zehen vom zweyten, nemlich die fünf Trabanten des Saturns, die vier des Jupiters, und unsern Mond.

Ihre Laufbahnen sind Ellipsen.

Die Planeten vom ersten Rang, die man auch schlechtweg Planeten nennt, beschreiben elliptische Laufbahnen

um die Sonne; und die Planeten vom zweyten Rang, Trabanten oder Monde, bewegen sich um einen Hauptplaneten und begleiten ihn in seinem Lauf.

Die Sonne ist in einem der Brennpunkte. Fig. 61.

Die Sonne ist nicht in dem Mittelpunkt C der Laufbahnen, sondern in dem Brennpunkte c. Auf diese Art kommt, bey jedem Umlauf, der Planet der Sonne näher und entfernt sich wiederum von ihr. In a ist er in seinem Aphelio, in A ist er in seinem Perihelio. Die Entfernung zwischen dem Mittelpunkt der Sonne c und dem Mittelpunkt der Laufbahn C heißt die Excentricität des Planeten.

Die Linie der Apsiden.

Diese beyden Punkte A und a, mit einander betrachtet, heissen die Apsiden; und die große Axe, die von einem zum andern verlängert wird, heißt die Linie der Apsiden. An den Enden der kleinen Axe sind die mittlern Entfernungen.

Die Planeten bewegen sich von Abend gegen Morgen in verschiedenen Ebnen.

Die Laufbahn eines jeden Planeten befindet sich in einer Ebne, die durch den Mittelpunkt der Sonne geht: dergleichen ist die Ebne der Ekliptik in Absicht auf die Erde.

Allein nicht alle Planeten bewegen sich in einerley Ebne: jeder hat seine eigene, und alle diese Ebnen schneiden auf verschiedene Art die Ebne der Ekliptik, auf die wir sie beziehen. Uebrigens bewegen sich die Planeten alle gegen einerley Seite, das ist, von Abend gegen Morgen; und drehen sich alle, so wie die Sonne um die Axe. Nur bey dem Merkur und Saturn hat man noch keine Bewegung um ihre Axe beobachten können: diese Bewegung nimmt man bey den andern vermittelst der Flecken wahr, die auf eine reguläre Art immer wieder erscheinen.

Die Beobachtung, und insonderheit die Berechnung bestimmen mit hinlänglicher Genauigkeit die Verhältnisse der Entfernung und Größe zwischen den Planeten und der Sonne. Nicht als wenn man diese Größen mit bekannten Maaßen vergleichen könnte: allein wenn man die mittlere Entfernung der Erde gleich 10 annimmt; so wird die des Merkurs gleich 4; die der Venus gleich 7; die des Mars gleich 15; die des Jupiters gleich 52; und die des Saturns gleich 95 seyn. Ich habe Ihnen hievon die Figur gezeichnet. Fig. 62. Tab. VII.

Verhältnisse ihrer Größen.

Man urtheilt ferner, daß der Durchmesser des Merkurs der 300ste Theil von dem Durchmesser der Sonne ist;

daß der Durchmesser der Venus, so wie der von der Erde, der 100ste Theil davon ist; der von dem Mars der 170ste; der von dem Jupiter der 10te, und der von dem Saturn der 11te; alles in runden, aber nicht ganz richtigen Zahlen.

Ihre Umlaufszeiten. Was man am besten kennt, sind ihre Umlaufszeiten. Merkur vollendet die seinige in 3 Monaten, Venus in 8, und dreht sich um ihre Axe in 23 Stunden.

Der Umlauf des Mars um die Sonne geschieht in zwey Jahren, und in 25 Stunden um seine Axe.

Die Umlaufszeit des Jupiters ist 12 Jahre, und er dreht mit großer Schnelligkeit um seine Axe in 10 Stunden.

Endlich ist die periodische Zeit des Saturns 30 Jahre. Man hat nicht beobachten können, wie viel er Zeit braucht, um sich um seine Axe zu drehen. Uebrigens bestimme ich diese Dinge nicht mit der äussersten Genauigkeit, und lasse die Minuten und Secunden weg.

Man kennt ferner den Abstand der Trabanten von ihrem Hauptplaneten; allein hievon darf ich

Ihnen nur die Figuren vorlegen, wo Sie zugleich die Umlaufszeiten derselben sehen werden. (Tab. VIII. IX.) Und hiemit haben Sie so viel Astronomie als Sie nöthig haben: wenigstens ist es hinlänglich, Sie in den Stand zu setzen, eines Tages weiter zu gehen. Sie werden sogar Gelegenheit haben, hierüber neue Kenntnisse zu erlangen, wann wir die Geschichte der Entdeckungen des sechszehnten und siebzehnten Jahrhunderts studiren werden.

Eilftes Kapitel.

Beschluß.

Ich habe es versucht, mein Prinz, Sie zu lehren, wie Sie von den verschiedenen Graden der Gewißheit, deren unsere Kenntnisse fähig sind, urtheilen sollen. Sie haben gesehen, wie man Entdeckungen macht, wie man sie bestätiget, und in wie fern man sich derselben versichert. Ich habe Ihnen viele Beyspiele und wenig Regeln gegeben, weil die Kunst, Vernunftschlüsse zu machen, nicht anders erlernt wird als indem man Vernunftschlüsse macht. Nun bleibt Ihnen nichts weiter übrig als daß Sie über das, was Sie gethan haben, nach-

denken, und sich die Fertigkeit erwerben, es wieder zu thun.

Die Mittel, die Ihnen Kenntnisse verschaft haben, können Ihnen neue Kenntnisse verschaffen; Sie begreifen sogar daß es keine andere giebt; denn entweder urtheilen Sie von dem, was Sie sehen, oder Sie urtheilen nach dem, was Sie von andern erzählen hören, oder Sie haben die Evidenz, oder endlich urtheilen Sie nach der Analogie.

Allein Sie müssen insonderheit in sich selbst ein Mistrauen setzen, wenn Sie immer die nöthige Vorsicht gebrauchen wollen, um wahre Kenntnisse zu erlangen. Erinnern Sie sich, daß da die am besten bewiesenen Wahrheiten dem was wir zu sehen glauben, oft zuwider sind, wir uns betrügen, weil es uns bequemer ist nach einem Vorurtheil zu urtheilen als das Vorurtheil selbst zu beurtheilen. Glauben Sie daher nicht dem bloßen Schein: lernen Sie selbst an den Dingen zu zweifeln, die Ihnen immer auffer Zweifel zu seyn geschienen haben: untersuchen Sie.

Wann Sie an die Stelle eines Vorurtheils eine neue Meynung setzen, so übereilen Sie sich in Ihrem Urtheile nicht; denn diese Meynung kann ein Irrthum seyn. Erinnern Sie sich, daß wir nicht auf

einmal zu den Entdeckungen gelangen: wir gehen von Muthmassung zu Muthmassung, von Hypothese zu Hypothese; mit einem Wort, wir rathen. Folglich wenn die Muthmassungen uns leiten können, so ist doch keine das Ziel, wo wir still stehen sollen: wir müssen immer fortschreiten, bis wir zur Evidenz oder zur Analogie gelangen.

Uebrigens wenn Sie begreifen, daß die Methoden bloße Hülfsmittel für Ihren Verstand sind, so begreifen Sie auch, daß Sie Ihren Verstand studiren müssen, um von der Simplicität und dem Nutzen der Methoden zu urtheilen. Es kommt also darauf an, daß Sie beobachten, wie Sie denken, und sich eine Kunst zu denken machen, so wie Sie sich eine Kunst zu schreiben und eine Kunst zu raisonniren gemacht haben.

Ende des dritten Theils.

Anhang
von dem Uebersetzer.

Zweifel über den Beweis eines Lehrsatzes in den Anfangsgründen der Arithmetik und Geometrie des Herrn Professor Kästners.

Als ich vor ohngefehr zehn Jahren die Arithmetik nach dem Kästnerischen Handbuch studirte, konnte ich, aller angewandten Mühe ohngeachtet, niemals dazu gelangen, den Beweis des 24sten Lehrsatzes im vierten Kapitel der Arithmetik zu verstehen. Ich schrieb es meinem Mangel von Scharfsinne zu, bis ich vor etlichen Jahren aufs neu über diesen Beweis nachdachte, und nach wiederholter Untersuchung fand, daß wirklich etwas unrichtiges darinnen steckt. Ich will hier den Lehrsatz samt dem Beweise hersetzen.

Lehrsatz.

Es sey u eine ganze Zahl, die sich nicht durch eine kleinere ganze Zahl x dividiren läßt, also $\frac{u}{x}$ ein uneigentlicher Bruch, der sich nicht auf eine ganze Zahl bringen läßt. Das Quadrat eines solchen Bruches wird keine ganze Zahl seyn.

Beweis.

Es sey dieses Quadrat $\frac{u\,u}{x\,x} = p$ einer ganzen Zahl, so ist $\frac{u\,u}{x} = p\,x$ einer ganzen Zahl. Also muß u u sich durch x dividiren lassen, das ist, x muß ein Factor des Productes u u seyn. Es ist aber, wie angenommen wird, kein Factor von u; also ist nur folgende Art möglich, wie x ein Factor von u u seyn kann: es muß selbst ein Product von zween Factorn seyn, deren einer ein Factor von dem einen u, der andere von dem andern u ist, so wird das Produkt beyder u, das Product x enthalten. Weil aber ein u mit dem andern einerley ist, so kann das eine keinen Factor von x enthalten, den das andre nicht auch enthielte; und also ist entweder in keinem u ein Factor von x enthalten, oder das

ganze x ist als ein Factor in jedem u enthalten. Das lezte soll nicht seyn, also findet das erste Statt, und folglich ist x kein Factor von u u also auch $\frac{u\,u}{x\,x}$ keine ganze Zahl.

Eh ich die Richtigkeit der in dem Beweis enthaltenen Folgerungen untersuche, will ich ein Beyspiel anführen. Der Bruch $\frac{12}{8}$ hat alle in dem Lehrsatz ausgedrückte Bedingungen: die Zahl 12 läßt sich nicht durch die kleinere 8 dividiren, folglich ist $\frac{12}{8}$ ein uneigentlicher Bruch der sich nicht auf eine ganze Zahl bringen läßt. Es ist auch wirklich wahr, daß $\frac{12}{8}.\frac{12}{8}$ keine ganze Zahl seyn kann. Folglich muß alles, was im Beweise steht, sich auf $\frac{12}{8}$ anwenden lassen. Nun würde nach dem Beweise $\frac{u\,u}{x}$, das ist, $\frac{12.\,12}{8}$ keine ganze Zahl seyn, welches offenbar falsch ist, indem $\frac{12.12}{8} = 18$ ist. Wenn man sagte, der Bruch $\frac{12}{8}$ sollte auf seine kleinsten Zahlen gebracht, und durch $\frac{3}{2}$ ausgedrückt werden, so antworte ich erstlich, daß von dieser Bedingung in dem Lehrsatze nichts gemeldet ist; zweytens, daß der Satz wirklich auch von solchen Brüchen, wie $\frac{12}{8}$, wahr ist, und also der Beweis sich auch auf sie muß anwenden lassen.

Wo steckt nun aber das Unrichtige des Beweises? Alles ist wahr und einleuchtend bis auf die Worte:

und also ist entweder in keinem u ein Factor von x enthalten, oder das ganze x ist als ein Factor in jedem u enthalten. Diese Folgerung aus dem vorhergehenden Satze ist nichts weniger als einleuchtend; und dann scheint es, werde hier der Satz als richtig angenommen: wenn zween Factoren, jeder insbesondere, in einer Zahl enthalten sind, so muß auch das Product der zween Factoren in dieser Zahl enthalten seyn. Dieser Satz ist falsch, denn obschon 2 und 4 in 12 enthalten sind, so ist doch das Product 8 nicht darin enthalten. Kurz die Folgerung scheint mir falsch zu seyn: weil das eine u keinen Factor von x enthalten kann, den das andere u nicht auch enthielte, so müßte das ganze x in jedem u enthalten seyn.

Der Herr Professor Kästner hat in seinen mathematischen und philosophischen Schriften so viele Proben von Scharfsinn gegeben, daß ich in meinen wieder seinen Beweis gemachten Einwurf billig ein Mistrauen setzen muß. Ich würde auch, falls ich geirret hätte mich nicht schämen, davon überwiesen zu werden. Sollte aber mein Einwurf gegründet seyn, so wird er, wie er bereits bey andern Gelegenheiten gethan, ihn benützen, und in einem seiner besten Werke einen Fehler nicht stehen lassen, der die Anfänger unnöthiger Weise aufhal-

ten und ihnen sogar falsche Begriffe beybringen könnte.

Vielleicht liesse sich dieser Satz leichter und richtiger beweisen, wenn er folgendermassen ausgedrückt würde.

Es sey $\frac{u}{x}$ ein uneigentlicher Bruch, und so beschaffen, daß x in u nicht nur nicht enthalten sey, sondern auch mit u keinen Factor gemein habe. Das Quadrat eines solchen Bruches wird keine ganze Zahl seyn.

Beweis. Es sey dieses Quadrat $\frac{u\,u}{x\,x} = p$ einer ganzen Zahl, so ist $\frac{u\,u}{x} = p\,x$ einer ganzen Zahl. Also muß u u sich durch x dividiren lassen, das ist, x muß ein Factor des Productes u u seyn. Es ist aber, wie angenommen wird, kein Factor von u; also ist nur folgende Art möglich, wie x ein Factor von u u seyn kann. Es muß selbst ein Product von zween Factoren seyn, deren einer ein Factor von dem einen u, der andere von dem andern u ist; so wird das Product beyder u das Product x enthalten. Allein so würde u einen Factor mit x gemein haben, wider das was angenommen

wird. Da nun dieser Widerspruch daraus fließt, daß $\frac{u\,u}{x\,x}$ als eine ganze Zahl ist angennommen worden, so muß diese Supposition falsch, das ist, $\frac{u\,u}{x\,x}$ muß keine ganze Zahl seyn.

Zusatz. Ist $\frac{u}{x}$ ein uneigentlicher Bruch und so beschaffen, daß zwar x in u nicht enthalten ist, aber doch mit u einen Factor gemein hat; so dividire man Zähler und Nenner mit diesem gemeinschaftlichen Factor, und bringe den Bruch auf seinen kürzesten Ausdruck; er wird immer noch eben derselbe Bruch seyn. Nun läßt sich das Quadrat dieses reducirten Bruches, kraft des vorhergehenden Lehrsatzes, auf keine ganze Zahl bringen; folglich auch nicht das Quadrat eines ihm gleichen Bruches. Folglich ist der Satz von allen uneigentlichen Brüchen wahr, wo der Nenner im Zähler nicht enthalten ist.

Beyspiel. $\frac{12}{8} = \frac{3}{2}$, folglich $\frac{12}{8}\cdot\frac{12}{8} = \frac{3}{2}\cdot\frac{3}{2}$ wenn also $\frac{12}{8}\cdot\frac{12}{8}$ eine ganze Zahl wäre, so müßte auch $\frac{3}{2}\cdot\frac{3}{2}$ eine ganze Zahl seyn, wider das was im vorhergehenden Lehrsatz bewiesen worden ist.

Innhalt

Von der Kunst Vernunftschlüsse zu machen.
Seite 1

Die Geschichte der Natur theilet sich in die Wissenschaft der sinnlichen, und in die Wissenschaft der abstracten Wahrheiten ein. Die Metaphysik umfaßt alle Gegenstände unserer Erkänntnis. Zwo Metaphysiken: die eine der Empfindung, die andere der Reflexion. Drey Arten von Evidenz.

Erstes Buch.

Worin überhaupt die verschiedenen Mittel abgehandelt werden, sich der Wahrheit zu versichern.

Erstes Kapitel.

Von der Evidenz der Vernunft. S. 10

Die Identität ist das Kennzeichen von der Evidenz der Vernunft. Beyspiel, das ein Beweis hievon ist. Fig. 1. Tafel 1. Fig. 2. 3. 4. Anderes

Beyspiel, welches beweißt, daß die Identität das Kennzeichen der Evidenz der Vernunft ist. Fig. 5. 6. 7.

Zweytes Kapitel.

Betrachtungen über die im vorhergehenden Kapitel entwickelte Methode. S. 40

Wie die Identität in einer Reyhe von Sätzen wahrgenommen wird. Die Identität ist in der Arithmetik fühlbar.

Drittes Kapitel.

Anwendung der vorhergehenden Methode auf neue Beyspiele. S. 44

Vorerinnerung. Entweder kennen wir die wahre Essenz einer Sache, oder wir kennen nur eine abgeleitete Essenz, oder wir kennen gar keine Essenz davon. Man muß sich der Kenntnisse, die man in Absicht dessen hat, versichern. Wenn man gar keine Essenz kennt, so ist nichts übrig, als die Qualitäten einer Sache herzuerzählen. Wir kennen weder des Körpers noch der Seele wahre Essenz. Wir kennen ihre zweyte Essenz. Die zweyte Essenz des Körpers kann mit der zweyten Essenz der Seele nicht identisch seyn. Aus der zweyten Essenz der Seele folgt, daß die Reflexion nichts anders ist als eine Art zu empfinden. Es folgt ferner hieraus, daß die Seele eine einfache Substanz ist.

Vortheil der in den vorhergehenden Vernunftschlüssen befolgten Methode.

Viertes Kapitel.

Von der Evidenz des Gefühls. S. 55

Es ist schwer alles, was man empfindet, wahrzunehmen. Es ist schwer, sich der Evidenz des Gefühls zu versichern. Weil wir das, was nicht in uns ist, zu fühlen glauben. Weil wir das, was in uns ist, vor uns selbst verbergen. Dennoch giebt es Mittel, sich der Evidenz des Gefühls zu versichern.

Fünftes Kapitel.

Von einem Vorurtheil, daß uns nicht gestattet, uns der Evidenz des Gefühls zu versichern. S. 63

Um sich der Evidenz des Gefühls zu versichern, muß man lernen, die Fertigkeit nicht mit der Natur zu vermengen. Die Seele erlangt ihre Kräfte wie ihre Ideen. Man muß von den Qualitäten, die wir glauben immer gehabt zu haben, nach denjenigen urtheilen, wovon wir wissen, daß wir sie erlangt haben. Wie wir von den Dingen urtheilen können, die wir von den ersten Augenblicken unsers Lebens an, erlangt haben.

Sechstes Kapitel.

Beyspiele, wodurch sich zeigen läßt, wie man sich der Evidenz des Gefühls versichern kann. Erste Frage, erstes Beyspiel. S. 70

Zweyte Frage, zweytes Beyspiel. S. 72

Dritte Frage, drittes Beyspiel. Viertes Beyspiel. S. 75

Siebentes Kapitel.

Von der Evidenz des Facti. S. 78

Wie man erkennt, daß es Körper giebt. Was man durch ein Factum versteht.

Achtes Kapitel.

Von den Gegenständen der Evidenz des Facti, und wie man sie mit der Evidenz der Vernunft zu einem Zwecke vereinigen soll. S. 83

Die Evidenz des Facti und die Evidenz der Vernunft sollen zu einem Zwecke vereiniget werden. Was man durch Phänomen versteht. Was man durch Beobachtung versteht. Was man durch Experimente versteht. Zweck, den ich mir in der Folge dieses Werks vorsetze.

Zweytes Buch.

Worin durch Beyspiele gezeigt wird, wie die Evidenz des Facti und die Evidenz der Vernunft zur Entdeckung der Wahrheit mit einander vereiniget werden. S. 87

Erstes Kapitel.

Die Bewegung ist das erste Phänomen. Der Ort eines Körpers ist ein Theil des Raums. Wir kennen bloß den relativen Ort. Wir kennen bloß die relative Bewegung. Die Kraft, die die Ursache der Bewegung ist, ist uns nicht bekant. Die Geschwindigkeit verhält sich wie der in einer gegebenen Zeit durchlaufene Raum. Allein wir kennen weder die Natur des Raums, noch die Natur der Zeit, noch die Natur der Materie. Man muß daher diese Dinge nur nach dem Verhältnis betrachten, das sie unter einander und mit uns haben.

Zweytes Kapitel.

Beobachtungen über die Bewegung. S. 94

Ein ruhender Körper bleibt in seinem Zustand von Ruhe. Ein Körper, der in Bewegung ist, fährt fort, sich einförmig und in gerader Linie zu bewegen. Wir kennen die Ursache dieser Phäno-

mene nicht. Wir wissen nicht, wie das, was wir bewegende Kraft nennen, wirkt.

Drittes Kapitel.

Von den Dingen, die man bey einem Körper, der in Bewegung ist, zu betrachten hat. S. 100

Wie wir von der Quantität der Kraft urtheilen. Wie wir von der Geschwindigkeit urtheilen. Verhältnis, die zwischen den Räumen Statt findet, die von zwey Körpern durchlaufen werden.

Viertes Kapitel.

Von der Schwere. S. 104

Attraction, unbekannte Ursache der Schwere. Was man durch Gewicht versteht. Die Gewichte verhalten sich wie die Massen. Die Körper sollten mit einerley Geschwindigkeit fallen. Allein der Widerstand der Luft verursacht einen Unterschied in der Geschwindigkeit ihres Falles. Wie die Attraction wirkt, die man in allen Theilen der Materie beobachtet.

Fünftes Kapitel.

Von der zunehmenden Geschwindigkeit der fallenden Körper. S. 109

Raum, den ein Körper in der ersten Secunde durchläuft. Fig. 8. Andere Voraussetzung. Wie

die Schwere wirkt. Lezte Voraussetzung. In welcher Verhältnis die Kraft, die dem Körper von der Schwere eingedrückt wird, zunimmt. Fig. 8. Gesetz der zunehmenden Geschwindigkeit der fallenden Körper. Die Summe der Räume ist dem Quadrate der Zeiten gleich. Wie man erkennen kann, zu welcher Höhe ein geworfener Körper gestiegen ist.

Sechstes Kapitel.

Von der Wage. S. 123

Fig. 9. Wenn eine Linie sich um ihren Mittelpunkt bewegt, so verhalten sich die Geschwindigkeiten von jedem Punkte, wie ihre Entfernungen vom Mittelpunkt. Die Kraft der an diesen Punkten hangenden Körper verhält sich wie das Produkt aus der Masse in die Entfernungen. Fig 10. Fall, wo ein Gleichgewicht Statt findet. Fall, wo das Gleichgewicht aufhört. Mehrere Körper im Gleichgewicht mit einem einzigen. Die Kraft eines Gewichtes ist in zusammengesezter Verhältnis des Gewichtes und seiner Entfernung. Zween Körper im Gleichgewichte drücken auf einerley Schwerpunkt. Alle Theile einer Kugel sind um einen Mittelpunkt herum, im Gleichgewicht. Das ganze Gewicht eines Körpers ist in seinem Schwerpunkte gleichsam vereiniget. Richtung des Schwerpunktes.

Fig. 11. Fall eines Körpers auf einer schiefen Ebne. Fig. 11. Unterschied zwischen dem Schwerpunkt und dem Mittelpunkt der Größe.

Siebentes Kapitel.

Von dem Hebel. S. 130

Die Maschinen sind für die Arme was die Methoden für den Verstand sind. Fig. 12. Der Hebel ist im Grund eben die Maschine wie die Wage. Die Grundsätze sind für den einen und die andere einerley. Fig. 12. Betrachtungen über die Winkelhebel, Fig. 14. Es giebt drey Arten von Hebeln. Fig. 15. 16. 17.

Achtes Kapitel.

Von dem Rad. S. 135

Das Rad besteht aus einer Menge von Hebeln, die sich um einen gemeinschaftlichen Ruhepunkt drehen. Fig. 18. Die Entfernung der Last verhält sich zur Entfernung der Kraft, wie der Halbmesser der Welle zu dem Halbmesser des Rades. Allein je höher die Last steigt, desto mehr entfernt sie sich von dem Ruhepunkt.

Neuntes Kapitel.

Von der Rolle. (Trochlea.) S. 136

Der Durchmesser einer Rolle ist eine Wage. Taf. 2. Fig. 19. Vermittelst einer Menge Rollen kann eine geringe Kraft eine große Last im Gleichgewicht halten. Fig. 20.

Zehntes Kapitel.

Von der schiefen Ebne. S. 138

Eine Last auf einer schiefen Ebne wird zum Theil durch diese Ebne unterstüzt. Fig. 22. Die Kraft, die erfodert wird, eine Last auf einer schiefen Ebne zu halten, verschwindet, wann die Ziehungslinie mit der Ebne parallel wird, Fig. 23. Die Kraft muß sich zur Last verhalten, wie die Höhe der Ebne zu ihrer Länge. Fig. 23. Geschwindigkeit, mit der ein Körper auf einer schiefen Ebne herunterſinkt. Fig. 24. Seine Geschwindigkeit nimmt zu in der Verhältnis, 1, 3, 5, 7.. Wie man den Raum findet, den er auf einer schiefen Ebne in eben der Zeit durchlaufen muß, in der er von der andern Höhe fallen würde. Ein Körper mag senkrecht oder auf einer schiefen Ebne herunterfallen, so erhält er einerley Kraft, so oft er von einerley Höhe herabfällt.

Eilftes Kapitel.

Von dem Pendul. S. 147

Ein auf den Sehnen eines Kreises herabfallender Körper durchläuft sie in eben der Zeit, in der er den ganzen Durchmesser durchlaufen würde Tab. III. Fig. 25. Ein Pendul macht seine Vibrationen in eben der Zeit, in der es vier Durchmesser des Kreises, dessen Halbmesser es ist, durchlaufen würde. Fig. 25. Nothwendige Bedingungen bey den Vibrationen von gleicher Dauer. Verhältnis zwischen der Länge des Penduls und der Dauer der Vibrationen. Fig. 26. Um die Länge eines Penduls zu bestimmen, muß man den Mittelpunkt der Oscillation kennen. Fig. 27. 28. 29. Gegenstand des folgenden Buches.

Drittes Buch.

Wie die Evidenz der Erfahrung und die Evidenz der Vernunft das System des Newton beweisen.

Erstes Kapitel.

Von der Wurfsbewegung. S. 158

Wirkung des Widerstandes der Luft und der Schwere auf einen nach der horizontalen Richtung

geworfenen Körper. Fig. 30. Dieser geworfene Körper durchläuft die Diagonale eines Parallelogrammes in eben der Zeit, in der er eine der zwo Seiten durchlaufen hätte. Fig. 31. Indem er eine Reyhe von Diagonalen durchläuft, beschreibt er eine krumme Linie. Fig. 32.

Zweytes Kapitel.

Von der Veränderung, die mit der Bewegung vorgeht, wenn eine neue Kraft zu der ersten hinzukommt.

S. 169

Die Kräfte wirken nach Richtungen, die einander entweder begünstigen oder hindern. Fig. 23. Wirkung der Kräfte, wenn sie nach einerley Richtung wirken. Wirkung der Kräfte, die eine entgegengesezte Richtung haben. Die Geschwindigkeit nimmt zu, wenn zwo Kräfte unter einem rechten Winkel wirken. Fig. 33. Sie nimmt ferner zu, wenn die Kräfte unter einem spitzigen Winkel wirken. Wenn die zweyte Kraft mit der ersten einen stumpfen Winkel macht, so wird die Schwere eben dieselbe oder kleiner seyn. Die Sätze dieses Kapitels sind mit den Sätzen des vorhergehenden Kapitels identisch. Das Gesetz, dem die Schwere folgt, und das Gesetz, dem ein Körper folgt, der durch zwo unter einem Winkel wirkende Kräfte bewegt wird, werden mit mehrern Phänomenen, die wir erklären werden, identisch seyn.

Drittes Kapitel.

Wie die Centralkräfte wirken. S. 176

Was man durch die Ausdrücke versteht: vom Mittelpunkt fliehende Kraft, nach dem Mittelpunkt strebende Kraft und Centralkräfte. Verhältnis der vom Mittelpunkt fliehenden, und der nach dem Mittelpunkt strebenden Kraft bey einem kreisförmig bewegten Körper. Fig. 34. Beyspiel. Fig. 34. Die Schwere oder die Attraction wirkt in gerader Verhältnis der Masse, und in umgekehrter Verhältnis des Quadrates der Entfernungen. Beyspiel, das diesen lezten Satz fühlbar macht. Tab. IV. Fig. 35. Das Gewicht eines Körpers in einer gegebenen Entfernung verhält sich zum Gewicht auf der Oberfläche der Erde, wie die Einheit zum Quadrate seiner Entfernung. Die Geschwindigkeit, mit der ein Körper sinkt, ist in umgekehrter Verhältnis des Quadrates seiner Entfernung. Was die Kraft ist, die den Mond nach dem Mittelpunkt der Erde zieht. Was die Kraft ist, die den Mond vom Mittelpunkt der Erde entfernt. Fig. 36. Wie man die Linie findet, die der Mond um die Erde beschreibt. Wie die Beobachtungen die Rechnungen, die man hiebey macht, bestätigen. Warum es schwer ist, die scheinbaren Irregularitäten des Mondes zu erklären. Fig. 37. Wirkung der Attraction der Sonne auf den Mond.

Viertes Kapitel.

Von den Ellipsen, die die Planeten beschreiben. S. 188

Die Ellipsen lassen sich durch eine Reyhe von Sätzen erklären, die mit dem, was bereits bewiesen worden ist, identisch sind. Fig. 38. Ein Theil der Ellipse, der mit einer zunehmenden Bewegung beschrieben wird. Ein Theil der Ellipse, wo die Bewegung langsamer wird. Das zunehmen und abnehmen der Winkel ist nicht die einzige Ursache, warum die Geschwindigkeit zunimmt und abnimmt.

Fünftes Kapitel.

Von den himmlischen Räumen, die sich wie die Zeiten verhalten. S. 191

Fig. 38. Was man durch den Radius Vector und die von ihm beschriebene Area versteht. Die himmlischen Räume verhalten sich wie die Zeiten. Diese Wahrheit fällt in die Augen, wenn der Planet sich in einer kreisförmigen Laufbahn bewegt. Beweis dieser Wahrheit, wenn ein Planet sich in einer Ellipse bewegt. Fig. 38. 39. Die himmlischen Räume verhalten sich wie die Zeiten nur in dem Fall, da man voraussezt, daß der Planet immer gegen einerley Mittelpunkt gezogen wird. Folgen, die aus dieser Wahrheit fliessen. Warum ein Comet nicht in die Sonne fällt, und warum er nicht aus seiner Laufbahn fährt. Fig. 40. Seine

Schwere gehorcht eben den Gesetzen, wie die Schwere nahe bey der Oberfläche der Erde. Die Planeten und Cometen müssen sich beständig der Sonne nähern. Wie ein Comet in die Sonne fallen kann. Fig. 41. Die Excentricität der Laufbahnen der Planeten ist merklich genug, um beobachtet zu werden. Die Umläufe sind kürzer nach dem Verhältnis wie die Planeten der Sonne näher sind.

Sechstes Kapitel.

Von dem gemeinschaftlichen Schwerpunkte zwischen mehrern Körpern, dergleichen die Planeten und die Sonne sind. S. 202

Der Begrif der Wage läßt sich auf zween Körper anwenden, die sich um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt bewegen. Fig. 42. zum Exempel auf den Mond und die Erde, die sich um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt bewegen: und auf diese zween Planeten, die sich um die Sonne herum bewegen. Verschiedene Lagen des Mondes und der Erde während ihrer Revolution um die Sonne Fig. 43. Wie man den gemeinschaftlichen Schwerpunkt zwischen den Planeten und der Sonne ohngefehr bestimmt.

Siebentes Kapitel.

Von der wechselseitigen Schwere der Planeten gegen einander und der Planeten gegen die Sonne. S. 212

Irregularitäten, die die Attraction der Sonne in der Bewegung des Mondes verursacht. Fig. 43. Warum die Irregularitäten, die sie bey den Trabanten des Jupiters und des Saturns verursacht, nicht merklich sind. Irregularitäten, die in dem Laufe der Planeten durch ihre wechselseitige Attraction hervorgebracht werden.

Achtes Kapitel.

Wie man die Laufbahn eines Planeten bestimmt. S. 215

Man macht anfänglich eine Hypothese, die durch die Beobachtung umgestossen wird. Und man macht Hypothesen, bis sie durch die Beobachtungen bestätiget werden. Tab. V. Fig. 44.

Neuntes Kapitel.

Von der Verhältnis der Entfernungen zu den Umlaufszeiten. S. 217

Es giebt nothwendig eine Verhältnis zwischen den Entfernungen und den Umlaufszeiten. Keppler hat sie durch die Beobachtung der Trabanten des Jupiters entdeckt. Die Planeten bestätigen diese Beobachtung. Newton beweißt sie durch seine

Theorie. Mit dem Gesetz, nach dem sich die Attraction richtet, und den zwo Regeln Kepplers erklärt er das ganze Weltsystem.

Zehentes Kapitel.

Von der Schwere der Körper auf verschiedenen Planeten. S. 221

Man ist so weit gekommen, das Gewicht von eben demselben Körper auf verschiedenen Planeten zu bestimmen. Das Gewicht eines Körpers ist gröſser auf der Oberfläche eines Planeten als in jeder andern Entfernung. Wenn die Masse und der Durchmesser eines Planeten bekannt sind, so kann man daraus das Gewicht der Körper auf seiner Oberfläche schliessen. Auf der Oberfläche des Jupiters hat ein Körper doppelt so viel Gewicht, als er auf unserm Erdball haben würde.

Eilftes Kapitel.

Beschluß der vorhergehenden Kapitel. S. 225

Das Weltsystem ist weiter nichts als eine Wage. Alle mögliche Wahrheiten lassen sich auf eine einzige bringen.

Viertes Buch.

Von den Mitteln, wodurch wir uns bemühen, den Mangel der Evidenz einigermassen zu ersetzen.

Erstes Kapitel.

Reflexion über die Attraction. S. 229

Es würde ein Irrthum seyn zu glauben, daß die Attraction sich immer nach eben demselben Gesetze richtet. Man muß wider den allzugroßen Hang, alles zu generalisiren, auf seiner Hut seyn. Die Newtonianer haben sich dieses Vorwurfes hie und da schuldig gemacht. Attraction, die bloß bey dem Berührungspunkt oder sehr nahe bey diesem Punkte Statt findet. Beyspiele von dieser Attraction. Wie verschieden die Attraction nach Verschiedenheit der Umstände wirket. Wie die Newtonianer aus der Attraction die Festigkeit und die Flüssigkeit der Körper; die Härte; die Weiche; die Elasticität; die Auflösung; die Gährung und Aufwallung erklären. Fehler dieser Erklärungen. Leere Fragen, die Attracction betreffend.

Zweytes Kapitel.

Von dem Wehrte der Muthmassungen. S. 241

Nutzen der Muthmassungen. Ausschweifungen, die zu vermeiden sind. Man muß bisweilen Muthmassungen machen, um zur Wahrheit zu gelangen. Was der schwächste Grad der Muthmassungen ist. Gebrauch, den man davon zu machen hat. Zweyter Grad der Muthmassungen. Worauf er sich gründet. Wie wenig sicher er ist. In welche Irrthümer man dadurch gerathen kann. Wie er zur Gewißheit steigt. Die Muthmassungen sind keine Wahrheiten, allein sie sollen den Weg zur Wahrheit öfnen. Die Geschichte ist das eigentliche Feld der Muthmassungen.

Drittes Kapitel.

Von der Analogie. S. 250

Die Analogie hat verschiedene Grade von Gewißheit. Analogie von den Wirkungen zur Ursache, und von der Ursache zu den Wirkungen. Beyspiel, wo die Analogie beweißt, daß die Erde sich um ihre Axe und um die Sonne bewegt. Analogien, die dieses bestätigen. Analogie, die sich bloß auf Aehnlichkeits-Verhältnisse gründet. Sie beweißt, daß die Planeten bewohnt sind. Sie beweißt nicht gleicherweise, daß die Cometen bewohnt sind. Beyspiel,

wo die verschiedenen Grade der Analogie fühlbar gemacht werden.

Fünftes Buch.

Von der Uebereinstimmung der Muthmassungen und der Analogie mit der Evidenz der Vernunft; oder durch was für eine Reyhe von Muthmassungen, Analogien und Vernunftschlüssen man die Bewegung der Erde, ihre Figur, ihre Laufbahn u. s. w. entdeckt hat. S. 264

Wie sehr die Menschen geneigt sind, nach Vorurtheilen zu schliessen.

Erstes Kapitel.

Erste Versuche über die Figur der Erde. S. 266

Wie die Erde unbeweglich scheint, so scheint sie eine ebne Fläche. Wie man geurtheilt hat, daß ihre Oberfläche nach der Richtung von Morgen gegen Abend convex ist. Wie man über dieser Fläche einen Theil der Wendekreise zeichnete, und einen Theil des Aequators, und einen Theil des Mittagskreises. Man mußte Linien am Himmel ziehen, ehe man sie auf der Erde zog. Wie

man urtheilte, daß die Erde eine convexe Fläche nach der Richtung der Mittagskreise ist. Begrif, den man sich von der himmlischen Halbkugel macht. Wie man auf den Gedanken kam, daß es eine andere Halbkugel gebe. Die Meynung wegen der Antipoden war noch weiter nichts als eine Muthmassung. Wie man schloß, daß die Erde rund ist. Woraus man schloß, daß alle ihre Theile auf gleiche Art gegen ihren Mittelpunkt drücken. Und man begrif, wie die andere Halbkugel bewohnt seyn konnte. Man wurde davon überzeugt. Alsdann bildete man sich die Erde vollkommen sphärisch ein. Beweis, den man davon zu geben glaubte. Die Folgerung war unrichtig.

Zweytes Kapitel.

Wie man dazu gelangt ist, den Himmel und dann die Erde zu messen. S. 278

Wie man sich die Ebne des Aequators und die Mittagsfläche vorstellt. Und wie man sich die Ebne des Horizontes vorstellt. Der Winkel, den die Ebne des Horizontes mit der Ebne des Aequators macht, bestimmt den Grad der Breite, wo man ist. Wie man diesen Winkel mißt. Wie man die Lage der Oerter in Rücksicht auf den Pol und auf den Aequator bestimmt. Fig. 46. Wie man den Grad der Länge eines Ortes bestimmt.

Drittes Kapitel.

Wie man die verschiedenen Jahrszeiten bestimmt hat. S. 286

Die Jahrszeiten. Die Ekliptik. Das Jahr. Der Thierkreis. Unterschied der Jahrszeiten nach dem Lauf der Sonne.

Viertes Kapitel.

Wie man die Ungleichheit der Tage erklärt. S. 289

Der Tag im Gegensatz der Nacht betrachtet. Gerade Sphäre, wo die Tage den Nächten gleich sind. Parallele Sphäre, wo es sechs Monate lang Tag, und sechs Monate lang Nacht ist. Schiefe Sphäre, wo die Tage ungleich sind. Die Nachtgleichen. Die Sonnenstandspunkte. Die Koluren. Die Tage, wenn sie als Zeiträume von 24 Stunden betrachtet werden, haben nicht alle vollkommen einerley Dauer.

Fünftes Kapitel.

Allgemeiner Begrif von den Kreisen der Sphäre und ihrem Gebrauch. S. 294

Kreise, wovon wir schon geredet haben. Axe der Ekliptik. Ihre Pole beschreiben Polarkreise. Die Zonen. Die Klimata. Die Kreise der Länge und der Breite. Die Bewegung des Himmels in Ab-

sicht auf die tägliche und in Absicht auf die jährliche Revolutionen. Neigung der Erdaxe. Das Vorrücken der Nachtgleichen. Wie man den Weltpol genauer bestimmt hat.

Sechstes Kapitel.

Wie man die Grade eines Mittagskreises mißt. S. 301

Die ersten Ausmessungen der Erde waren nicht sonderlich genau. Man betrog sich, indem man von dem Aufsteigen der Sterne in Absicht auf den Horizont urtheilte. Man mußte davon in Absicht auf das Zenith urtheilen. Wenn die Erde vollkommen rund ist, so sind die Grade des Mittagskreises gleich. Fig. 48: Die Weite eines Bogens vom Mittagskreise. Wie man diese Weite bestimmt. Um zu begreifen, wie man unzugängliche Größen mißt, muß man zum Grundsatze nehmen, daß die drey Winkel eines Dreyecks zweyen rechten gleich sind. Wenn eine Seite und zween Winkel gegeben sind, so läßt sich der dritte Winkel und die zwo andern Seiten bestimmen. Fig. 49. Wie man die Breite eines Flusses mißt. Fig. 50. Wie man durch eine Reyhe von Dreyecken einen Grad des Mittagskreises mißt. Wie man die Entfernung der Gestirne mißt, die eine Parallaxe haben.

Siebentes Kapitel.

Durch was für eine Reyhe von Beobachtungen und Vernunftschlüssen man sich von der Bewegung der Erde versichert hat. S. 313

Jeder Planet scheint seinen Einwohnern der Mittelpunkt aller himmlischen Bewegungen zu seyn. Die verschiedenen Phasen des Mondes beweisen, daß er sich um die Erde bewegt. Die verschiedenen Phasen der Venus beweisen, daß sie sich in einer kleinern Laufbahn, als die Erde, um die Sonne dreht. Die Beobachtung beweißt, daß die Laufbahn des Mars die Laufbahn der Erde enthält. Sie beweißt eben das von der Laufbahn des Jupiters und von der des Saturns. Gründe, die darthun, daß Mercur seinen Umlauf um die Sonne macht. Die obern und die untern Planeten machen ihre Umläufe in ungleichen Zeiten. Was die Phänomene für uns seyn würden, wenn wir uns in den Mittelpunkt dieser Umläufe sezten. Phänomene, die wir aus der Venus sehen würden. Fig. 55. 56. Tab. VI. Diese Phänomene beweisen, daß die Erde sich um die Sonne bewegt.

Achtes Kapitel.

Von den Untersuchungen, die man über die Figur der Erde gemacht hat. S. 322

Die Umdrehung giebt den Theilen der Erde eine mehr oder weniger starke, den Mittelpunkt

fliehende Kraft. Die Schwere ist daher unter dem Aequator nicht so groß als unter den andern Kreisen, und die Erde ist unter den Polen zusammengedrückt. Erfahrungen, die es bestätigen. Was für eine Figur man diesem zu Folge der Erde giebt. Resultat der Theorie des Huygens hierüber. Resultat der Theorie des Newtons. Die Theorie des Huygens ist fehlerhaft. Die Theorie des Newtons ist es auch. Die Theorie kann nicht beweisen, daß die Erde eine regelmäßige Figur habe. Falsche Schlüsse, die man macht, um die Theorie zu vertheidigen. Diese Theorie beruht auf Voraussezungen, die man nicht beweißt. Ausmessungen die zu beweisen scheinen, daß die Grade unter einerley Breite nicht ähnlich sind. Wenn auch die Mittagskreise ähnlich wären, so ist es nicht bewiesen, daß sie Ellipsen seyn. Man hat mehrere Grade des Mittagskreises gemessen, um die zusammengedrückte Figur der Erde zu bestimmen. Allein man hat der Erde immer eine reguläre Figur gegeben: Grade, die in Frankreich gemessen worden. In Peru und in Lappland. Auf dem Vorgebürge der guten Hofnung. In Italien. Die Zweifel sind noch nicht ganz gehoben.

Neuntes Kapitel.

Vornehmste Phänomene, die durch die Bewegung der Erde erklärt werden. S. 338

Warum wir den Himmel wie ein eingedrücktes Gewölb sehen. Warum dieses Gewölb in 24 Stunden sich umzudrehen scheint. Warum die Sonne sich in der Ekliptik zu bewegen scheint. Fig. 57. Warum sie von einem Wendekreis zum andern zu gehen scheint. Was uns verschiedene Jahrszeiten, und mehr oder weniger lange Tage giebt. Die Laufbahnen der Planeten schneiden die Ebne der Ekliptik. Die Planeten in ihren Knoten und ausserhalb ihren Knoten. Die untern Planeten scheinen immer die Sonne zu begleiten. Fig. 58. Warum man zween Monate unterscheidet. Verschiedene Lagen des Mondes. Sonnen- und Mondfinsternisse dienen dazu, die Länge zu messen. Wie eben derselbe Tag für drey verschiedene Tage gehalten werden kann.

Zehntes Kapitel.

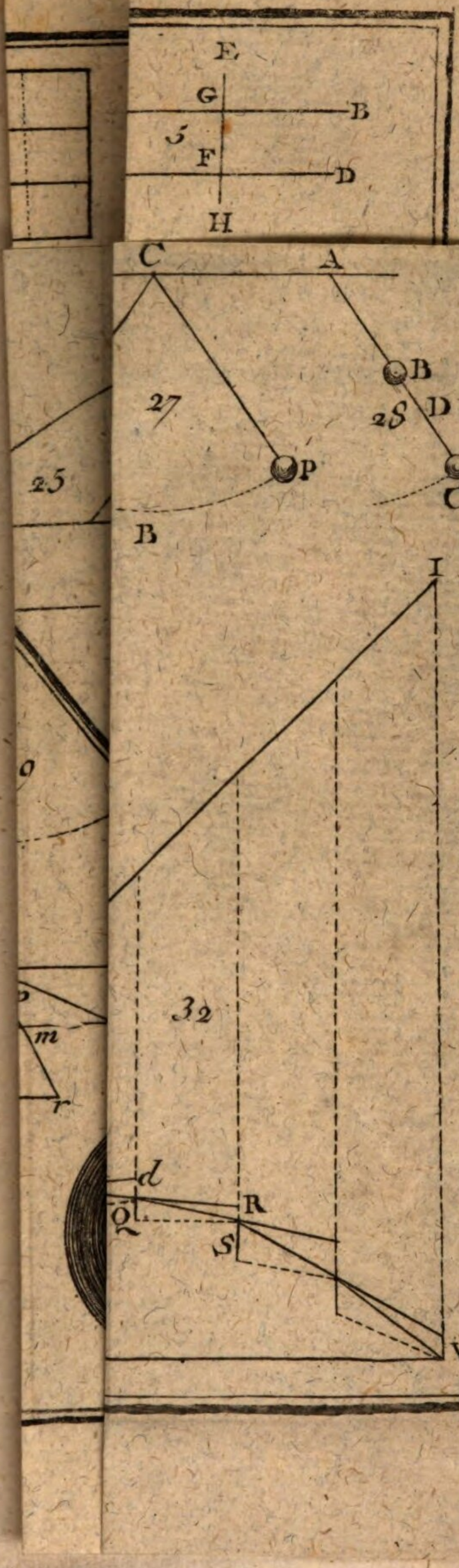
Allgemeiner Begrif von dem Weltgebäude S. 352

Körper, die ausser unsem Planetensystem sind. Anzahl der Planeten. Ihre Laufbahnen sind Ellipsen. Die Sonne ist in einem der Brennpunkte. Figi 61. Die Linie der Apsiden. Die Planeten

bewegen sich von Abend gegen Morgen in verschiedenen Ebnen. Verhältnisse ihrer Umlaufszeiten.

Eilftes Kapitel.

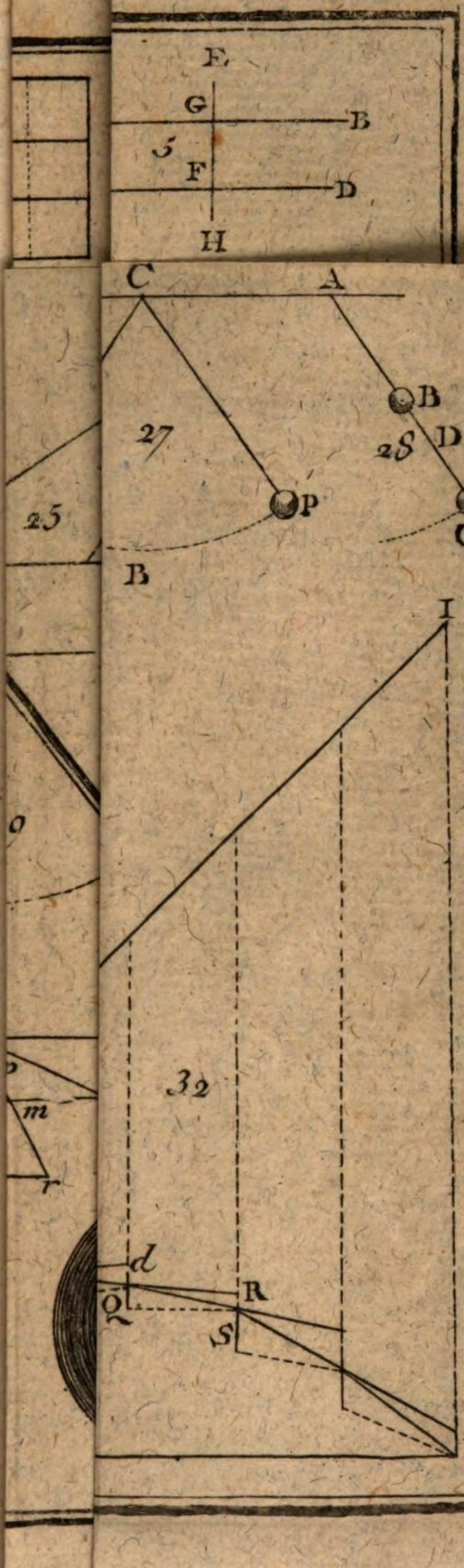
Beschluß. S. 358


E
G
B
F
D
H
C
A
B
27
28
D
P
C
25
B
I
32
d
R
Q
S
V
m
r

bewegen sich von Abend gegen Morgen in verschiedenen Ebnen. Verhältnisse ihrer Umlaufszeiten.

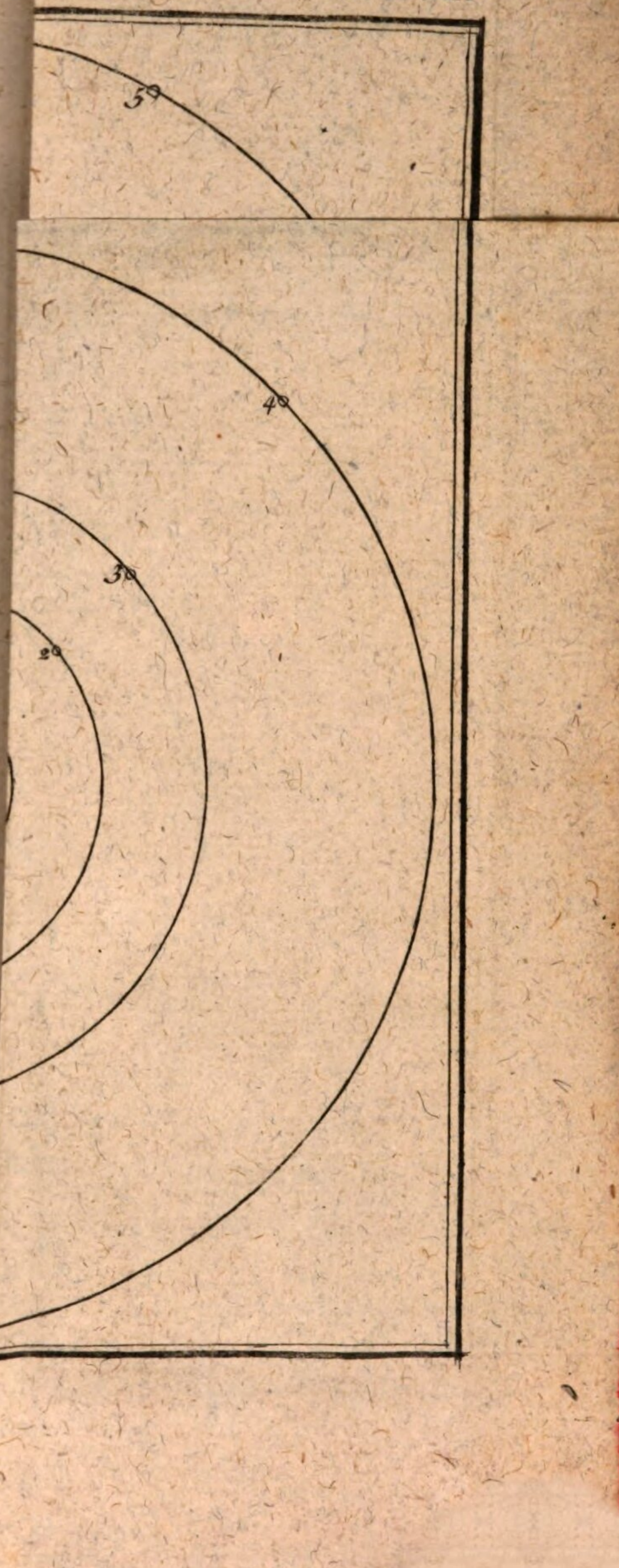
Eilftes Kapitel.

Beschluß. S. 358


E
G
B
F
D
H
C
A
B
27
28
D
25
P
C
B
I
32
d
R
Q
S
V
o
m
r

Pl. IV

Pl. XIII.



BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Condillac, Etienne Bonnot de, 1714-1780

Hrn. Abt Condillacs Unterricht in den höhern Wissenschaften

Bd.: 3

Bern 1793

Paed.pr. 690-3
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10759517-9
VD18 90530349-001